

AANZET TOT EEN AQUATISCHE ECOSERIE-INDELING

AANZET TOT EEN AQUATISCHE ECOSERIE-INDELING

J. Runhaar
F. Klijn

Centrum voor Milieukunde
Rijksuniversiteit Leiden
Postbus 9518
NL-2300 RA Leiden

CML report 98 - Section Ecosystems and Environmental Quality

Prijs eerste druk: f 20 excl. BTW en verzendkosten; prijswijziging bij een volgende druk voorbehouden.

Dit rapport kan op de volgende wijze worden besteld:

- telefonisch: 071-277486

- schriftelijk: Bibliotheek CML, Postbus 9518, 2300 RA Leiden, hierbij graag duidelijk naam besteller en verzendadres aangeven.

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Runhaar, J.

Aanzet tot een aquatische ecoserie-indeling / J. Runhaar, F. Klijn. - Leiden : Centrum voor Milieukunde, Rijksuniversiteit Leiden. - (CML-rapport ; 98. Sectie Ecosystemen en Milieukwaliteit)

Met lit. opg.

ISBN 90-5191-072-X

Trefw.: ecosystemen.

Druk: Biologie, Leiden

© Centrum voor Milieukunde, Leiden 1993

VOORWOORD

Het voor u liggende rapport is vervaardigd in het kader van het onderzoek "Ecosysteemrendement", dat wordt uitgevoerd binnen het projekt PEIS (Projekt Ecologische Inpasbaarheid Stoffen) van het Directoraat Generaal Milieubeheer van het Ministerie van VROM.

Dit onderzoek is uitgevoerd door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiene (RIVM), het Centrum voor Milieukunde Leiden (CML) en het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO). De projectleiding berustte bij het RIVM.

Doel van "Ecosysteemrendement" was de ontwikkeling van een beleidsondersteunend onderzoeksinstrument voor het stoffenbeleid. Het onderzoek omvatte daartoe drie hoofdonderdelen:

- Ecosysteemklassifikatie en geografische aspecten van ecosystemen (CML en IBN).
- Ecotoxicologische aspecten van stoffen in ecosystemen (IBN en RIVM)
- Modellering van de risico's van stoffen in ecosystemen (RIVM).

Omdat het eerste onderdeel, ecosysteemklassifikatie, ook voor het waterbeheer van groot belang is, is dit onderdeel mede gefinancierd door het Rijksinstituut voor Integraal Waterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA).

Om een landsdekkende klassifikatie te verkrijgen die geschikt is voor ecologische effectvoorspelling, is door CML en IBN een ecotopenklassifikatie ontwikkeld. Hierover is gerapporteerd door Verdonchot et al. (1992). Omdat bleek dat het bijzonder moeilijk zou zijn van ecotopen een landsdekkend ruimtelijk beeld te vervaardigen, is in dat rapport gekonkludeerd dat een ecoserieklassifikatie, een indeling op grovere schaal naar meer konditionerende kenmerken, gewenst was. Dit rapport heeft daarop betrekking. Het is gefinancierd door het RIVM. We hopen dat het rapport bruikbaar zal blijken voor de ecotoxicologische modellering van waterecosystemen, maar ook voor het waterbeheer in het algemeen.

We willen onze dank uitspreken aan de leden van de begeleidingskommissie (samenstelling: ommezijde) voor de vele raadgevingen en suggesties. We hopen dat dit rapport een aanleiding zal zijn tot een verdere discussie en mogelijk een vruchtbare samenwerking.

De auteurs,
Leiden, augustus 1993

Samenstelling begeleidingskommissie

Het onderzoek is begeleid door de begeleidingskommissie van het projekt "Peis-ecosysteemrendement en -herstel/aquatisch", waarin zitting hadden:

Tom Aldenberg	RIVM, Bilthoven
Theo Brocks	Starincentrum-DLO, Wageningen
Joop Brouns	IBN, Arnhem
Frans Claessen	RIZA, Lelystad
Ellen van Donck	LU Wageningen, vakgroep natuurbeheer
Gerda van Dijk	RIVM, Bilthoven
Jean Gardeniers	LU Wageningen, vakgroep natuurbeheer
Jan Hendriks	RIZA, Lelystad
Wim van der Hoek	IBN, Leersum
Jan Janse	RIVM, Bilthoven
Charles Leon	IBN, Arnhem
Louis van Lieere	RIVM, Bilthoven
Frank van Linden	DGM, Den Haag
Piet Verdonshot	IBN, Leersum
Jaques de Wit	RIZA, Lelystad
Gerrit Hekstra	DGM, Den Haag (voorzitter)

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding, beoogde toepassingen ecoserie-indeling	1
1.1	Achtergrond van de studie	1
1.2	Mogelijke toepassing van de ecoserie-indeling	1
1.3	Vervaardigen van een ruimtelijk overzicht van het voorkomen van aquatische ecosystemen	4
1.4	Doel van de studie	4
2	Ecoserie in hiërarchisch kader	7
2.1	Inleiding	7
2.2	De relatie tussen ecoserie en ecotopen	9
2.3	Het begrip hiërarchisch in de relatie tussen ecotopen en ecoserie	11
3	Indelingskenmerken en kenmerkklassen	13
3.1	Keuze van indelingskenmerken	13
3.2	Indeling in kenmerkklassen	15
3.3	Indeling naar de mate van insolatie/orde van het systeem	17
3.4	Indeling naar grootte	18
3.5	Indeling naar diepte	19
3.6	Indeling naar bodemkenmerken	19
3.7	Indeling naar grondwaterinvloed	21
3.8	Overige kenmerken	22
4	Indeling in ecoserietypen	23
4.1	Gebruik van kenmerken bij indeling in ecoserietypen	23
4.2	Overzicht typen	24
4.3	Opmerkingen bij de indeling	24
4.4	Verdere onderverdeling binnen de ecoserietype	25
4.5	Relaties ecoserietypen-ecotooptypen	28
5	Bepaling ruimtelijke verspreiding ecoserietypen	31
5.1	Inleiding	31
5.2	Morfometrische kenmerken van wateren: verhang en dimensies	31
5.3	Gegevens over de (water)bodem	37
5.4	Gegevens over de bijdrage van kwel	38
5.5	Konklusies ten aanzien van karteerbaarheid ecoserie	39

6	Toepassing bij effectvoorspelling	41
6.1	Inleiding	41
6.2	Verspreiding milieuvreemde stoffen	41
6.3	Ingrepen in het waterbeheer	42
6.4	Konklusie	44
7	Vergelijking met indelingen t.b.v. het waterkwaliteitsbeheer	45
7.1	Inleiding	45
7.2	Vergelijking met de CUWVO-indeling	45
7.3	Vergelijking met de STOW-indeling	47
7.4	Diskussie	49
7.5	Konklusie	52
8	Diskussie	53
8.1	Problemen bij aquatische ecosystemen: ruimtelijke genestheid en karteerbaarheid	53
8.2	Verschillen met een referentiebenadering	54
8.3	Bruikbaarheid van de ecoserie-indeling	56
	LITERATUUR	57
	BIJLAGEN:	61
I	Verklarende woordenlijst	61
II	Samenhang tussen ecotootypen en ecoserietypen	63

Hoofdstuk 1 Inleiding

1.1 Achtergrond van de studie

De aanleiding voor deze studie vormt een discussie die verschillende malen is gevoerd tijdens het opstellen van de aquatische ecotopenindeling (Verdonschot e.a. 1992): In hoeverre kan een genormaliseerde beek met vrijwel stilstaand water nog worden beschouwd als een beek? Uit de discussie werd duidelijk dat we op verschillende manieren kunnen kijken naar een genormaliseerde beek. Kijken we alleen naar op dit moment heersende abiotische omstandigheden dan kunnen we niet anders konkluderen dan dat het gaat om een voedselrijk stagnant water, en in dat opzicht dus niet afwijkt van een boerensloot. Kijken we echter naar de morfologie en ontstaansgeschiedenis dan moeten we konkluderen dat een beek op een aantal punten fundamenteel afwijkt van een boerensloot. De discussie of een gekanaliseerde beek moet worden beschouwd als een beek of als een voedselrijk stagnant water is derhalve zinloos; beide aanduidingen geven waardevolle informatie. De aanduiding beek geeft aan dat we in potentie te maken met een voedselarm tot matig voedselrijk, stromend water, de aanduiding "voedselrijk stagnant" geeft informatie over de actuele omstandigheden in de beek en geeft aan welke mogelijkheden er in de huidige situatie zijn voor de vegetatie en fauna.

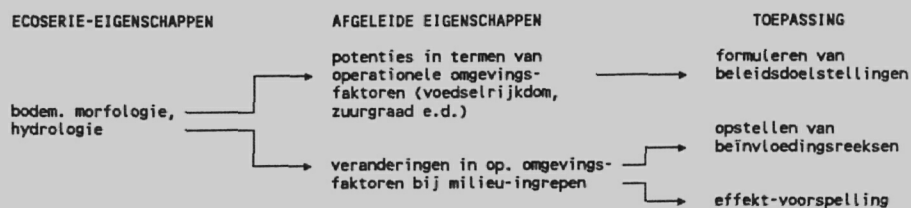
Deze discussie vormde de aanleiding tot de vraag of het niet zinnig zou zijn om, aanvullend op de ecotopenindeling naar meer operationele, direkt op de levensgemeenschap inwerkende factoren als stroming, voedselrijkdom en zuurgraad, ook een indeling op te stellen naar meer konditionerende factoren als bodem, morfologie en hydrologie. Voor terrestrische systemen bestaat al een dergelijke indeling, te weten de ecoserie-indeling (Klijn 1988, Klijn e.a. 1992). Daarin worden terrestrische ecosystemen ingedeeld naar die bodemeigenschappen en hydrologische omstandigheden, die bepalend zijn voor de direkt op de plantengroei inwerkende omgevingsfactoren als vochttoestand, voedselrijkdom, zuurgraad en dergelijke. In deze studie is onderzocht in hoeverre het mogelijk was om ook voor aquatische systemen te komen tot een ecoserie-indeling.

1.2 Mogelijke toepassingen van de ecoserie-indeling

De eigenschappen op grond waarvan de ecoseries worden ingedeeld (bodem, morfologie en hydrologie) zijn konditionerend voor de direkt op de levensgemeenschappen inwerkende omgevingsfactoren als zuurgraad, trofie en saliniteit. Van deze eigenschap van de ecoserie-indeling kan zowel bij normstellingen en beoordeling als bij voorspelling van effecten gebruik worden gemaakt. Dit is schematisch uitgewerkt in fig. 1.1. Bij het *formuleren van beleidsdoelstellingen* kan worden uitgegaan van de potenties die een bepaald water op grond van bodem, morfologie en hydrologie heeft. Bij de *effektvoorspelling* zullen de bij de ecoserie-indeling gebruikte factoren vaak bepalend zijn voor

de te verwachten veranderingen in operationele omgevingsfactoren, en daarmee voor te verwachten veranderingen in soortensamenstelling. Ook bij het opstellen van *beïnvloedingsreeksen* ten behoeve van de waterkwaliteitsbeoordeling kan rekening worden gehouden met verschillen in effecten die tussen ecoserietypen kunnen optreden bij eenzelfde type ingreep.

In het volgende zal nader worden ingegaan op deze mogelijke toepassingen van een ecoserie-indeling. Daarbij zal tevens worden ingegaan op de mogelijkheden die een ecoserie-indeling biedt om te komen tot een ruimtelijk overzicht van het voorkomen van aquatische ecosystemen in Nederland.

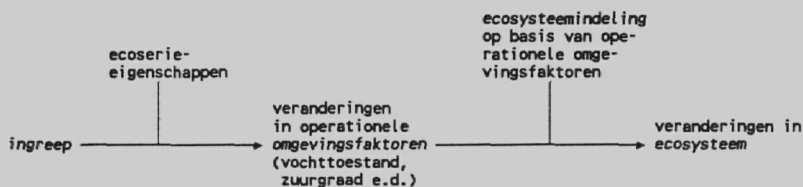


Figuur 1.1 *Mogelijke toepassingen van de ecoserie-indeling op basis van de ecoserie-eigenschappen*

1.2.1 Toepassing in de effectvoorspelling

Bij de voorspelling van de effecten van ingrepen in het milieu op de aanwezige ecosystemtypen volstaat het meestal niet te weten wat de op het moment van ingreep heersende milieu-omstandigheden zijn; vaak is ook informatie nodig over achterliggende factoren, zoals gegevens over het bodemtype of over de hydrologische omstandigheden. Daartoe kan gebruik worden gemaakt van een ecoserie-indeling, waarin ecosystemen zijn geordend naar ecologisch relevante verschillen in bodem, morfologie en hydrologie.

Het gebruik van ecoseries binnen het landelijk eco-hydrologische model DEMNAT-2 (Claessen e.a. 1991, Witte e.a. 1993 in prep.) vormt daarvan een voorbeeld. Het model voorspelt de effecten van veranderingen in de waterhuishouding op de vegetatie. Ecoserie-eigenschappen als het gehalte aan organische stof, bodemtextuur, kwel en dergelijke worden gebruikt om aan te geven welke veranderingen in de operationele omgevingsfactoren vochttoestand, voedselrijkdom en zuurgraad verwacht kunnen worden bij bijvoorbeeld grondwaterstandsdeling of het wegvallen van kwel (Van der Linden e.a. 1992). De resulterende veranderingen in voedselrijkdom, vochttoestand en zuurgraad kunnen vervolgens worden gebruikt om te voorspellen welke veranderingen in ecosystemtype en/of soortensamenstelling zullen optreden (fig 1.2). In het model wordt gebruik gemaakt van de door Klijn e.a. (1992) ontwikkelde indeling voor terrestrische ecoseries.



Figuur 1.2 Toepassing van de ecoserie-indeling in de voorspelling van effecten op ecosystemen binnen het landelijke eco-hydrologische model DEMNAT-2

Belangrijkste eis bij het gebruik van de ecoserie-indeling in de effectvoorspelling is dat die factoren die bepalend zijn voor de wijze waarop een ecoserie reageert op een ingreep (in termen van veranderingen in operationele omgevingsfactoren) zijn terug te vinden als differentiërende of ondersteunende kenmerken in de indeling. Doordat de factoren die konditionerend zijn voor de operationele omgevingsfactoren meestal tevens de factoren zijn die bepalen op welke manier het systeem reageert op ingrepen van buitenaf, wordt aan deze voorwaarde al voor een belangrijk deel voldaan door bij de ecoserie-indeling gebruik te maken van konditionerende omgevingsfactoren.

Wel kan het zijn dat voor toepassing in de effectvoorspelling bepaalde aanvullingen of detailleringen nodig zijn. Zo wordt bijvoorbeeld binnen de terrestrische ecoserie-indeling die wordt gebruikt in DEMNAT-2 een relatief gedetailleerd onderscheid gemaakt naar de hoeveelheid en de minerale samenstelling van het organische materiaal. Onder natte omstandigheden zullen deze verschillen niet altijd tot uiting komen in verschillen in voedselrijkdom. Bij grondwaterstandsvaling echter kunnen de verschillen in de hoeveelheid en de aard van het organisch materiaal aanleiding geven tot grote verschillen in mineralisatiesnelheid en daarmee tot verschillende effecten op de vegetatie leiden. Hierdoor kan een eenzelfde vegetatie op de ene bodem heel anders reageren op de ingreep dan op een andere bodem.

1.2.2 Toepassing in het waterbeheer

De ecoserie-eigenschappen (bodem, morfologie, hydrologie) zijn zeer bepalend voor de potenties in termen van operationele omgevingsfactoren als voedselrijkdom, dynamiek en zuurgraad, en daarmee voor de potenties die wateren hebben. In hoeverre die potenties worden gerealiseerd is echter niet alleen afhankelijk van de genoemde konditionerende eigenschappen, maar ook van ingrijpen van de mens. Door verontreiniging kunnen in potentie voedselarme wateren, bijvoorbeeld geïsoleerde wateren op zandgrond, veranderen in voedselrijke wateren.

Een ecoserie-indeling, of een daarop gelijkende indeling, zou in principe goed gebruikt kunnen worden voor het formuleren van doelstellingen. Als referentie/doelstelling zou daarbij kunnen worden uitgegaan van de binnen het ecoserietype in ongestoorde omstandigheden te verwachten ecotooptype(n). Omdat de ecoseries behorend tot een zelfde ecoserietype in principe vergelijkbaar reageren op ingrepen in de waterhuishouding (zie

1.2.1), en omdat het ecoserietype niet snel verandert in de tijd, zijn de ecoserietypen ook zeer geschikt als eenheden waarvoor beïnvloedingsreeksen worden opgesteld: Reeksen die aangeven hoe een bepaald watertype verandert (in termen van omgevingsfactoren en/of soortensamenstelling) bij een bepaalde ingreep. Deze reeksen kunnen worden gebruikt om te beoordelen hoe sterk een bepaalde situatie afwijkt van de doelstelling.

1.3 Vervaardiging van een ruimtelijk overzicht van het voorkomen van aquatische ecosystemen

Om de effecten van ingrepen op aquatische ecosystemen te kunnen voorspellen moet eerst bekend zijn waar welk type ecosystemen voorkomen. Omdat de eigenschappen op grond waarvan de ecoseries zijn ingedeeld (bodem, morfologie en hydrologie) minder variëren in de tijd en eenvoudiger zijn af te leiden uit bestaand kaartmateriaal dan de omgevingsfactoren die zijn gebruikt bij de indeling in ecotooptypen, is het maken van een ruimtelijk overzicht van de verspreiding van ecoserietypen veel eenvoudiger dan van ecotooptypen. Vandaar dat het beste begonnen kan worden met het maken van een ruimtelijk overzicht van het voorkomen van ecoserietypen.

Een ecoserie-bestand kan vervolgens worden gebruikt als basis voor een overzicht van het voorkomen van ecotooptypen. Dit kan in eerste instantie vrij globaal gebeuren, door per ruimtelijke eenheid (provincie, waterschap, ecodistrikt) op basis van de informatie van deskundigen in te schatten wat de procentuele verdeling van ecotooptypen is binnen de in de ruimtelijke eenheden voorkomende ecoserietypen. Een dergelijke benadering is gevolgd door Torenbeek (1988), die per hydrobiologisch distrikt (qua omvang en afgrenzing te vergelijken met de ecodistrikten van Klijn, 1988) aangeeft welke aquatische ecosysteemtypen voorkomen. Voor toepassingen op landelijke schaal geeft een dergelijk overzicht waarschijnlijk voldoende informatie.

Belangrijkste eis die het maken van een ruimtelijk overzicht stelt aan de ecoserie-indeling is dat de in de ecoserie-indeling gebruikte indelingskenmerken eenvoudig zijn af te lezen uit bestaand kaartmateriaal. Hoewel het aanwezige kaartmateriaal uiteraard niet bepalend mag zijn voor de keuze van indelingskenmerken, is het om praktische redenen wel aan te raden bij de definitie en omgrenzing van de kenmerkklassen rekening te houden met het bestaande kaartmateriaal. De informatie moet bij voorkeur landsdekkend zijn of eenvoudig zijn samen te stellen uit bestaande gegevens.

1.4 Doel van de studie

Op grond van de hiervoor genoemde redenen is door RIVM aan CML gevraagd om als aanvulling op de bestaande ecotopenindeling te komen met een voorstel voor een ecoserie-indeling voor wateren, vergelijkbaar met de bestaande ecoserie-indeling voor terrestrische milieus. Deze indeling zou aanvullende informatie moeten opleveren ten opzichte van de bestaande aquatische ecotopenindeling, die met name van belang is bij de effectvoorspel-

ling. De studie heeft zich, evenals de aquatische ecotopenindeling, beperkt tot de niet-getijdewateren.

Wat betreft het type voorspelling waarbij behoefte is aan een ecoserie-indeling moet vooral worden gedacht aan de twee volgende toepassingen:

- Bij de voorspelling van effecten van ingrepen in de waterhuishouding (grondwaterstands daling, inlaat water, vermindering kwel, kanalisatie) op aquatische ecosystemen. In het door RIZA en RIVM gemeenschappelijk ontwikkelde model DEMNAT-2 worden vooral effecten op terrestrische en semi-terrestrische ecosystemen voorspeld. Daarbij wordt gebruik gemaakt van bestaande indelingen van terrestrische ecosystemen in de vorm van een ecoserie- en een ecotopenindeling. Voor de voorspelling van effecten op aquatische systemen dient een soortgelijk instrumentarium te worden ontwikkeld. Een aanzet voor een aquatische ecotopenindeling is reeds gegeven (Verdonschot e.a. 1992), maar een indeling naar ecoseries ontbrak tot nu toe.
- Bij de voorspelling van de effecten van toxische stoffen op aquatische ecosystemen. Binnen het door het RIVM gefinancierde "Projekt Ecologische Inpasbaarheid Stoffen" (PEIS) worden modellen ontwikkeld voor de doorwerking van toxische stoffen binnen aquatische en terrestrische ecosystemen. Met name voor de bepaling van de biologische beschikbaarheid zijn, -aanvullend op de globale soortensamenstelling en de waarde van de operationele omgevingsfactoren zoals die zijn af te leiden uit het ecotooptype-gegevens nodig over bodemeigenschappen en hydrologie.

Bij het opstellen van de ecoserie-indeling is in eerste instantie uitgegaan van de eisen die worden gesteld bij de effectvoorspelling. Tevens heeft de praktische eis van karteerbaarheid een belangrijke rol gespeeld: Het ruimtelijk voorkomen van de eenheden dient waar mogelijk te kunnen worden afgeleid uit bestaand kaartmateriaal. Zoals in de vorige paragraaf aangegeven zou een ecoserie-indeling of een daarop gelijkende indeling in principe ook goed bruikbaar zijn bij het waterbeheer, namelijk om beleidsdoelstellingen te formuleren en beïnvloedingsreeksen op te stellen. Hierop zal worden teruggekomen in hoofdstuk 7, waarin een vergelijking wordt gemaakt met bestaande landelijke indelingen ten behoeve van het waterbeheer.

Hoofdstuk 2 Ecoseries in hiërarchisch kader

2.1 Inleiding

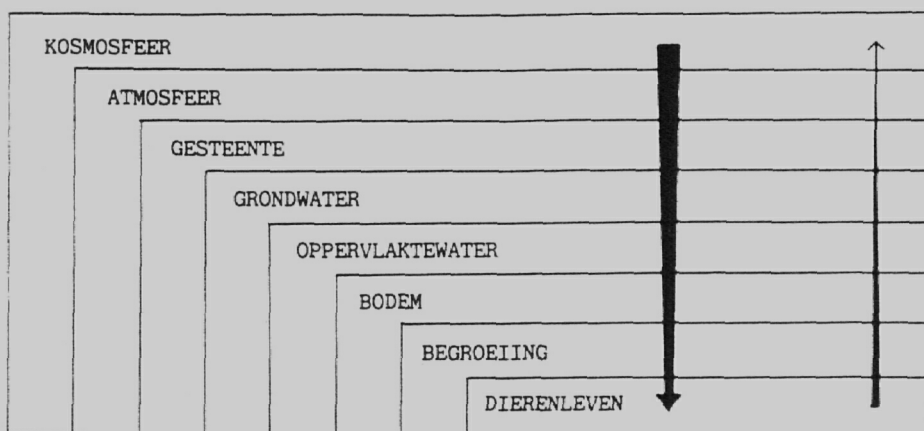
Ecosystemen kunnen worden onderscheiden op zeer verschillende schaalniveaus, variërend van micro-ecosystemen (een termietenheuvel, een stuk rottend hout) tot makrosystemen (een tropisch regenwoud, de gematigde zone, de aarde). Om het begrip ecosysteem in beleidstoepassingen zinvol te kunnen hanteren is het noodzakelijk aan te geven om welk schaalniveau het gaat. Door Klijn (1988) is daartoe een hiërarchische ecosystemeindeling ontworpen, waarin ecosystemen worden geordend naar toenemende grootte. Daarbij is het volgende nomenclatuurvoorstel gedaan (tabel 2.1):

	INDICATIVE MAPPING SCALE		BASIC MAPPING UNIT		
ECOZONE	1:	> 50.000.000	>	62.500	sqkm
ECOPROVINCIE	1:	10.000.000 - 50.000.000	2.500 -	62.500	sqkm
ECOREGIO	1:	2.000.000 - 10.000.000	100 -	2.500	sqkm
ECODISTRIKT	1:	500.000 - 2.000.000	625 -	10.000	ha
ECOSEKTIE	1:	100.000 - 500.000	25 -	625	ha
ECOSERIE	1:	25.000 - 100.000	1,5 -	25	ha
ECOTOOP	1:	5.000 - 25.000	0,25 -	1,5	ha
ECO-ELEMENT	1:	< 5.000	<	0,25	ha

Tabel 2.1 Hiërarchische reeks van ecosystemen op verschillende ruimtelijke schaalniveaus met een indicatie van de meest geëigende kaartschalen. Ontleend aan Klijn, 1988

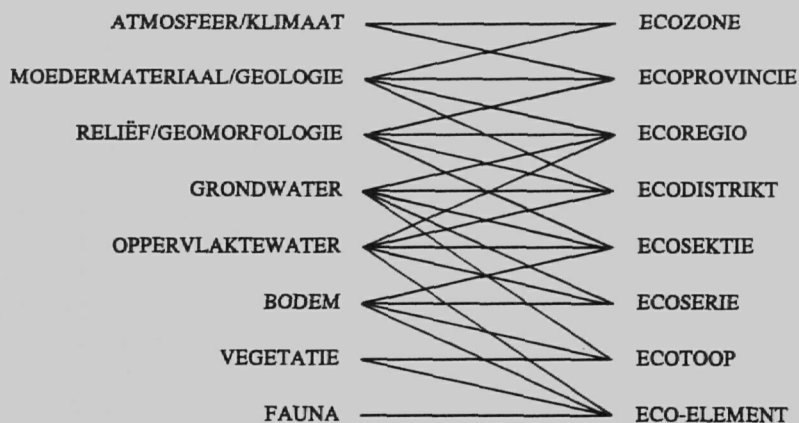
De klassifikatie op verschillende ruimtelijke schaalniveaus vindt plaats op grond van indelingskenmerken die op het betreffende schaalniveau ecologisch relevant zijn, in die zin dat ze -tot op zekere hoogte- bepalend zijn voor het waargenomen patroon van ecosystemen op de betreffende schaal. Dit patroon is de resultante van een aantal kausale beïnvloedingen die zijn te beschouwen als processen tussen ecosysteemcomponenten. De relatie tussen deze ecosysteemcomponenten is weer te geven in een rangordemodell van een ecosysteem (zie Van der Maarel & Dauvellier, 1978; Bakker et al., 1981; Piket et al. 1987; Klijn & Udo de Haes, 1990), waarin onderscheid wordt gemaakt tussen dominante ecosysteemcomponenten (factoren) die op een grote ruimte- en tijdschaal spelen en op tal van andere factoren invloed uitoefenen, en meer ondergeschikte factoren die op kleinere ruimte- en tijdschaal spelen en slechts een beperkte invloed uitoefenen. Het klimaat is een voorbeeld van een meer dominante faktor die een grote invloed uitoefent op bodem,

hydrologie, vegetatie en fauna. Omgekeerd echter is de invloed van bijvoorbeeld de bodem op het klimaat beperkt (fig. 2.2).



Figuur 2.2 Rangordemodel van een ecosysteem. Uit: Klijn, 1988

In het raamwerk voor klassifikatie komt het rangordemodel terug doordat bij de indeling van ecosystemen op hogere schaalniveaus gebruik wordt gemaakt van meer dominante factoren (klimaat, gesteente, hydrologie), en op lagere schaalniveaus van meer afgeleide kenmerken (bodem, vegetatie en fauna) (fig. 2-3).



Figuur 2.3 Verband tussen ecosysteemcomponenten waaraan bij voorkeur indelingskenmerken dienen te worden ontleend en schaalniveaus. Uit: Klijn, 1988

Het begrip ecoserie is voorgesteld voor de eenheden van een klassifikatie die bij voorkeur gebruikt zou moeten worden op kaartschaalniveaus tussen ongeveer 1: 25.000 en 1: 100.000. Het woord is ontleend aan de "soil series" uit de bodemkartering, waarmee in eigenschappen verwante bodems worden aangeduid. Een soortgelijke invulling is eraan gegeven in Duitsland, waar "Ökoserien" worden onderscheiden bij de standplaatskartering voor de bosbouw (Wagner, 1968; Müller, 1970). Het staat daar voor een reeks verwante bodems met vergelijkbare vegetatiesuccessie.

Uit deze oorsprong van het begrip en het feit dat er een kaartschaal aan gekoppeld is die veel gebruikt wordt voor bodemkarteringen blijkt al dat bij het definiëren van het begrip in eerste instantie aan terrestrische situaties is gedacht, en dat bodemeigenschappen een belangrijke spelen bij de omgrenzing van de eenheden.

Voor verschillende van de in de hiërarchische ecosysteemindeling onderscheiden schaalniveaus zijn nu klassifikaties uitgewerkt voor Nederland. Het betreft in de eerste plaats de indeling van ecoregio's en ecodistrikten (Klijn, 1988), die voornamelijk is gebaseerd op geomorfologische verschillen. Voor terrestrische ecosystemen bestaat daarnaast een indeling in ecotooptypen op basis van de voor de vegetatie en de bodemfauna relevante omgevingsfactoren (Stevens e.a. 1987, Sinnige e.a. 1991), en een indeling in ecoserietypen waarin terrestrische ecosystemen worden geordend naar bodemkenmerken en hydrologie (Klijn e.a. 1992).

Wat de aquatische ecosystemen betreft is er een aanzet tot een ecotopen-indeling, waarbij aquatische ecosystemen worden ingedeeld naar de voor de vegetatie en makrofauna relevante biotoopfactoren (Verdonschot e.a. 1992). De factoren die daarbij zijn gebruikt zijn stroming, chloriniteit, voedselrijkdom, zuurgraad, grootte en diepte. Een indeling naar ecoseries ontbrak tot nu toe.

2.2 De relatie tussen ecoseries en ecotopen

Tussen de ecoserie- en de ecotopenindeling voor terrestrische situaties bestaat een aantal relaties, als volgt aan te duiden:

- konditionerende factoren versus operationele factoren
- relatief stabiele factoren versus meer variabele factoren
- potentiële biotopen versus actuele biotopen
- kenmerkende frekwentieverdeling van biotopen versus kenmerkende soortensamenstelling (ruimtelijke genestheid)

Het begrip biotoop heeft betrekking op de plaats waar een biocenose voorkomt. Deze plaats wordt gekarakteriseerd naar die abiotische en biotische ecosysteemeigenschappen die de ontwikkelingsmogelijkheden van de biocenose bepalen en hier als biotoopkenmerken of omgevingsfactoren zullen worden aangeduid.

Binnen de biotoopkenmerken kan onderscheid worden gemaakt tussen meer operationele en meer konditionerende kenmerken. De operationele hebben een relatief direct werkingsmechanisme, doordat ze in hoge mate bepalend zijn voor de fysiologische omstandigheden

waarmee de organismen te maken hebben. Voorbeelden zijn voedselrijkdom, zuurgraad, stroming en dergelijke. Deze omgevingsfactoren worden op hun beurt weer bepaald door meer konditionerende factoren. Dit zijn kenmerken van bijvoorbeeld bodem en water die konditionerend werken op de genoemde omgevingsfactoren. Zo wordt bijvoorbeeld de zuurgraad in oppervlaktewateren bepaald door de interactie van waterbalans, oorsprong van het water en de aard van de bodem.

Bij de indeling van ecotopen is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de "operationele omgevingsfactoren", hoewel in de aquatische ecotopenklassifikatie (Verdonschot et al., 1992) soms ook meer konditionerende omgevingsfactoren worden gebruikt.

Ecoseriën worden onderscheiden op grond van de konditionerende omgevingsfactoren. Een ecoserie kan dan ook worden gedefinieerd als:

een ruimtelijke eenheid die homogeen is voor wat betreft de belangrijkste abiotische ecosysteemkenmerken die konditionerend zijn voor de operationele omgevingsfactoren die de soortensamenstelling van de biocenose bepalen.

Konditionerende factoren zijn in het algemeen in de tijd stabielere dan operationele. Bijvoorbeeld de stroomsnelheid van een water varieert in de tijd sterker dan het verhang van een waterloop; de voedselrijkdom van water op arme zandgrond kan snel veranderen door vermessing, maar de aard van het bodemmateriaal verandert daarbij niet.

Dit verschil in temporele variabiliteit en het onderscheid tussen operationeel en konditionerend kan ook worden begrepen als een verschil tussen *aktuele* en *potentiële* biotopen. Een ecotoop wordt onderscheiden naar de aktuele zuurgraad, voedselrijkdom, stroomsnelheid en dergelijke. Deze aktuele toestand kan sterk door de mens zijn beïnvloed. Een ecoserie is onderscheiden naar moeilijker te veranderen konditionerende kenmerken van bodem en water, zoals bodemtextuur, organische stofgehalte, kalkgehalte, verhang, type kwel en dergelijke. Op nog hogere schaalniveaus (ecosecties of ecodistrikten) wordt uitgegaan van nog stabielere en nog moeilijker te veranderen factoren (gesteente, hoogteligging, landvormen en dergelijke).

Uit kennis van de konditionerende kenmerken is af te leiden wat de potentiële biotopen in termen van operationele factoren zouden zijn onder ongestoorde omstandigheden.

Uit het vorige punt vloeit ook meteen voort dat in ongestoorde omstandigheden een specifieke frekwentieverdeling met een voor het ecoserietype karakteristiek zwaartepunt van ecotooptypen kan worden verwacht. Zoals voor een ecotooptype een ecologische soortengroep kan worden opgesteld, kan voor een ecoserietype een diagram worden ingevuld waarin staat aangegeven welke ecotooptypen in welke kwantitatieve verhoudingen kunnen worden verwacht onder ongestoorde omstandigheden. Een degradatiestadium van een ecotoop kan nu dus worden beschouwd als verarmd qua soortensamenstelling in vergelijking met de potentiële soortensamenstelling; een degradatiestadium van een

ecoserie kan worden beschouwd als verarmd qua ecotopensamenstelling ten opzichte van de potentiële ecotopensamenstelling.

2.3 Het begrip hiërarchisch in de relatie tussen ecotopen en ecoseries

Het begrip hiërarchisch kan snel verwarring oproepen als geen onderscheid wordt gemaakt tussen systematische hiërarchieën en hiërarchieën naar ruimtelijke schaal en richting van processen.

Systematische hiërarchieën kunnen worden opgevat als relationele verbanden die het gevolg zijn van hetzij "splitting" (naar beneden) of "lumping" (naar boven). Daarbij verandert de aard van de indelingskenmerken niet, maar de "similariteit" neemt toe of af. Voorbeelden van systematische hiërarchieën zijn de in de taxonomie gebruikelijke, meestal eindigend met familie, genus en soort (Umbelliferae --> Heracleum ---> Heracleum mantegazzianum (Reuzebereklaauw)). In dergelijke hiërarchieën kan naar believen worden "gesplit" of "gelumped", mits volgens de geldende regels, en steeds ontstaan zinvolle eenheden. Taxonomisch zinvol wil echter niet zeggen dat het ook ecologisch betekenisvol is, of bruikbaar voor (milieu)beleid. Men denke bijvoorbeeld aan het lumpen van geïsoleerd liggende naaldbossen met verschillende dominante boomsoort. Door een dergelijke "lumping" worden geen grotere ruimtelijke eenheden gevormd, maar wordt slechts een vereenvoudiging van de legenda bewerkstelligd.

Een geheel andere vorm van hiërarchie heeft betrekking op hiërarchieën van structuren, en van processen die daar aan ten grondslag liggen. Gedacht hier werd aan de volgende hiërarchische relaties:

Struktuurhiërarchieën:

- volume neemt af (gesteente > bodem > vegetatie > fauna)
- patroon wordt gereflekted (klimaat > bodem; klimaat > vegetatie; gesteente > vegetatie)

Proceshiërarchieën:

- richting energietransport (zon > vegetatie > fauna)
- richting materiaaltransport (atmosfeer > bodemvocht > vegetatie)
- genese (wind > stuifzanden > duinvaaggronden)
- afhankelijkheid voor voortbestaan (moedermateriaal > grondwater > grondwaterafhankelijke vegetatie)

Op een dergelijke ruimtelijke/procesmatig hiërarchische relatie berust het onderscheid tussen ecoseries en ecotopen. De laatste zijn dan ook meestal ruimtelijk "genest" binnen ecoseries en er voor hun voortbestaan door bepaald (gekonditioneerd). Dit wordt ook wel aangeduid als het principe van "temporal and spatial inclusion" (Schultz, 1967).

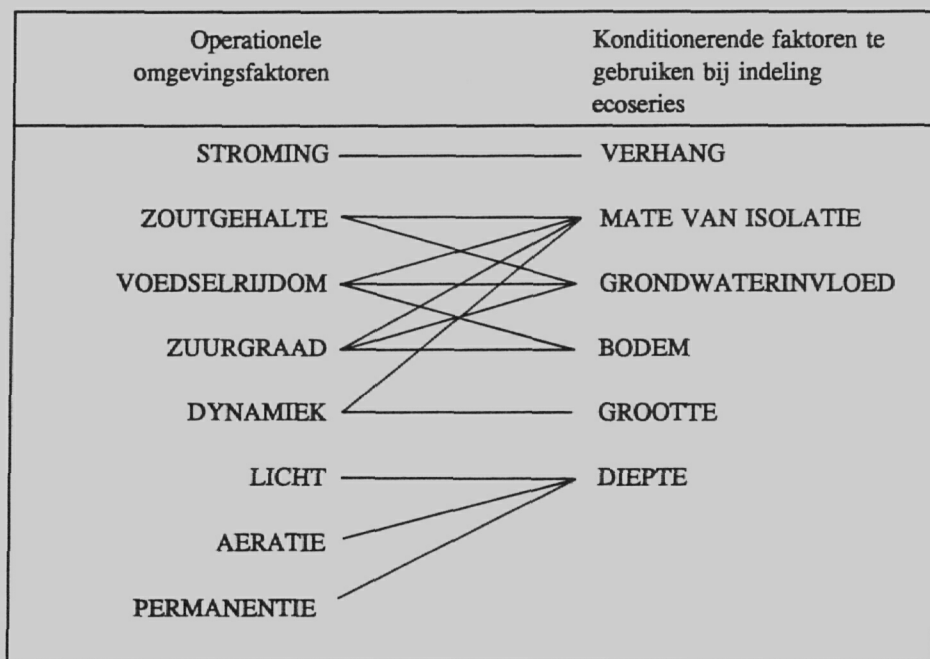
Hoofdstuk 3 Indelingskenmerken en kenmerkklassen

3.1 Keuze van indelingskenmerken

Uit de gewenste toepassingen van de ecoserie-indeling (zie hoofdstuk 1) volgt dat één van de belangrijkste eisen die aan de indeling gesteld kan worden is dat:

Bij de indeling gebruik wordt gemaakt van factoren die konditionerend zijn voor de operationele omgevingsfactoren, en daarmee bepalend zijn voor de ecologische potenties én voor de reactie van de ecosystemen op ingrepen in het abiotisch milieu.

In figuur 3.1 is aangegeven wat als de belangrijkste konditionerende factoren worden gezien, en wat de relatie is met de operationele omgevingsfactoren die bepalend zijn voor de aard van de levensgemeenschap.



Figuur 3.1 Relatie tussen operationele omgevingsfactoren en de bij de indeling van ecoseries te gebruiken konditionerende factoren. Uitleg zie tekst.

De stroming wordt voornamelijk bepaald door het *verhang*, in combinatie met de hydraulische straal en de ruwheid van het stroombed volgens de formule van Manning (Higler & Mol, 1984):

$$v = \frac{1}{n} \cdot J^{\frac{1}{2}} \cdot R^{\frac{2}{3}}$$

Waarbij: v = stroomsnelheid (m/s) J = verhang (terreinhelling)
 n = ruwheid R = hydraulische straal

Omdat de ruwheid in natuurlijke stromende wateren niet sterk varieert (tussen 0,035 en 0,05, Higler en Mol 1984), en de hydraulische straal in stromende wateren direct gerelateerd is aan de breedte, betekent dit dat er een directe relatie bestaat tussen de stroming enerzijds en het verhang en de breedte van het water anderzijds.

De waterkwaliteit (zoutgehalte, voedselrijkdom, zuurgraad) is onder meer afhankelijk van de mate van isolatie, die bepaalt in hoeverre aanvoer van oppervlaktewater van elders plaatsvindt, en door kwel, die bepaalt in hoeverre aanvoer van grondwater plaatsvindt. De voedselrijkdom en de zuurgraad worden daarnaast ook beïnvloed door het kalkgehalte en de mineralenrijkdom van de bodem.

Het gebruik van grootte en diepte als indelingskenmerken verdient enige toelichting, omdat deze kenmerken al zijn gebruikt bij de indeling van ecotopen (Verdonkschot e.a. 1992). Bij het gebruik van de faktor grootte als ecoseriekenmerk speelt daarbij de overweging een rol dat de faktor die de fauna en vooral ook de flora het meest direct beïnvloedt niet de grootte is, maar de dynamiek die ontstaat door golfslag. De dynamiek is niet alleen afhankelijk van de grootte van een water maar ook van de vorm en de ligging op de wind. Bovendien kan de turbulentie ook worden veroorzaakt door de mens (scheepvaart). Omdat dynamiek zo moeilijk rechtstreeks te meten valt is het te verdedigen dat het kenmerk grootte voorlopig als indelingskenmerk op ecotopenniveau is gebruikt. Uiteindelijk is echter gewenst dat op ecotopenniveau de meer operationele faktor dynamiek/golfslag wordt gebruikt. Op die manier is een meer eenduidige relatie te verwachten tussen het gebruikte indelingskenmerk en de soortensamenstelling van het ecotooptype.

Bij het kenmerk diepte zijn de op de vegetatie en fauna inwerkende omgevingsfactoren (lichtbeschikbaarheid, bereikbaarheid substraat aeratie) zo direct gekoppeld aan de konditionerende faktor diepte dat een onderscheid tussen de meer operationele en meer konditionerende factoren nog moeilijker is, ook al zou dit in theorie gewenst zijn.

De mens is niet als konditionerende faktor in het schema opgenomen, hoewel de mens vaak zeer bepalend is voor kenmerken als stroming (via plaatsen van stuwen), voedselrijkdom (via lozing van afvalwater), het zoutgehalte (via de lozing van zout) en de dynamiek van het milieu (door scheepvaart). Omdat het juist de bedoeling van de indeling is om het effect van menselijk handelen op ecosystemen weer te geven is er echter voor gekozen om de mens als actor buiten het te beschrijven systeem te plaatsen.

Omdat de invloed van de mens zo dominerend is lukt het echter niet altijd om hem als faktor volledig buiten de indeling te houden. Door de afdamming van zeearmen bijvoor-

beeld is het ecosysteem zo volledig veranderd dat het onmogelijk is om de afgesloten zeearmen niet als apart ecosysteemtype te beschrijven. Daarbij wordt *impliciet* de mens als bepalende faktor in de indeling betrokken. Impliciet, omdat niet het menselijk handelen zelf, maar het effect van het menselijk handelen op abiotische kondities wordt weergegeven. Wanneer het effect van menselijk handelen wel of niet wordt meegenomen in de ecoserie-indeling is arbitrair; het hangt samen met de verwachte levensduur, de onomkeerbaarheid en de ruimtelijke schaal van de ingreep. In dit rapport is er voor gekozen om de aanleg van dammen te beschouwen al een irreversibele ingreep (waardoor het IJsselmeer niet langer wordt beschouwd als een binnenzee). Het plaatsen van stuwen in beken wordt echter beschouwd als een reversibele ingreep. Bij de indeling van beken wordt daarom uitgegaan van het oorspronkelijke verhang zoals dat wordt bepaald door het reliëf.

In de volgende paragrafen zullen de kenmerken die worden gebruikt bij de indeling van ecoseries worden beschreven en zal worden aangegeven welke klassen worden onderscheiden. Bij de omgrenzing van de kenmerkklassen is uitgegaan van de ecologische relevantie (bij voorkeur klassegrenzen bij waarden die in ecologisch opzicht relevant zijn) en door de karteerbaarheid (grenzen moeten bij voorkeur zijn af te leiden uit bestaand kaartmateriaal of gegevensbestanden). Op het laatste zal worden teruggekomen in hoofdstuk 5, over de geografische bepaling van de ligging van ecoserietypen.

3.2 Indeling naar verhang

Het meest duidelijke onderscheid is dat tussen wateren met en zonder verhang, ofwel in meer herkenbare termen: de stromende en stagnante wateren. Tot de stromende wateren worden gerekend al die wateren met een zodanig verhang dat in natuurlijke situaties een vrije afstroming van water plaatsvindt. Door stuwing kan de vrije afstroming van water worden verhinderd. Omdat het bij stuwing gaat om een reversibele ingreep, die de basisvoorwaarde voor stroming (het verhang) niet wegneemt, worden ook gestuwde wateren tot de wateren met verhang gerekend.

De wateren met verhang worden verder opgesplitst in drie klassen naar de mate van verhang. De steilste klasse is gereserveerd voor bergbeken die niet in Nederland voorkomen. De wateren zonder verhang worden niet verder onderverdeeld. Dit resulteert in de volgende klassenindeling:

- nvt Sterk verhang (bergbeken en wildwater-rivieren, niet in Nederland)
- h Matig verhang (heuvellandbeken en middenlopen rivieren)
- l Gering verhang (laaglandbeken en benedenlopen rivieren)
- Zonder verhang

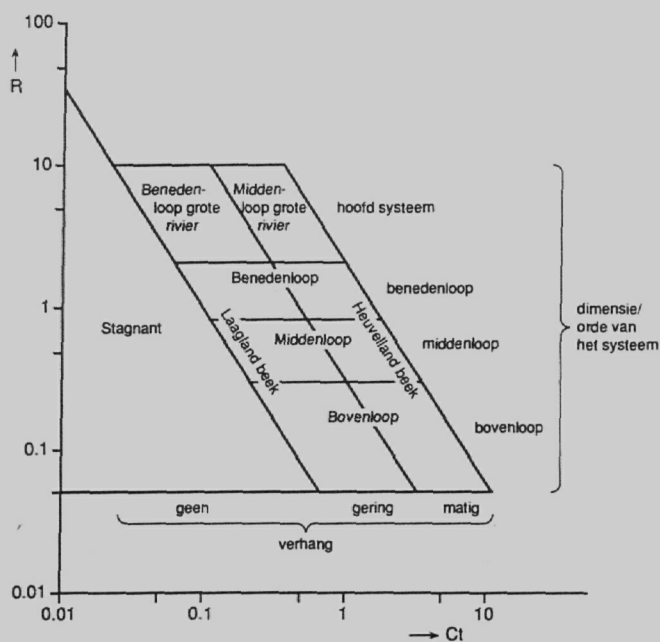
Bij de omgrenzing van de klassegrenzen wordt gestreefd naar een indeling waarbij de verhang-klassen onder \pm natuurlijke omstandigheden (niet gestuwd of gekanaliseerd) bij

benadering overeenkomen met de volgende stroomsnelheden:

Matig verhang	> 50 cm/s
Gering verhang	> 10 cm/s
Zonder verhang	< 10 cm/s

Het onderscheid tussen "gering verhang" en "matig verhang" correspondeert op deze manier met het verschil dat de STOWA (1992) binnen de stromende wateren maakt tussen de "laaglandserie" en de "heuvellandserie", en het onderscheid dat Mol (1988) maakt tussen "mountain- and hillstreams" en "lowland streams". Hoewel in de ecotopenindeling (Verdonschot e.a. 1992) afwijkende stroomsnelheden worden genoemd komt de grens tussen "gering verhang" en "matig verhang" in niet gestuwde situaties waarschijnlijk in de praktijk toch vrij goed overeen met het verschil tussen de kenmerkklassen "stromend" (opgegeven snelheid 10-100 cm/s) en "snelstromend" (opgegeven snelheid > 80 cm/s).

Omdat de stroming niet alleen afhangt van het verhang maar ook van de hydraulische straal kunnen de verhangklassen alleen worden gedefinieerd in relatie tot de grootte en diepte van het water. In figuur 3.2 staat dit verder uitgewerkt, waarbij als basis is genomen de indeling volgens Higler en Mol (1984). Voor de indeling naar dimensie/orde van het systeem wordt verwezen naar de paragrafen 3.4 en 3.3.



Figuur 3.2 Indeling van stromende wateren naar verhang en dimensie. Als uitgangspunt is genomen de indeling van Higler & Mol (1984) in resp. "large rivers", "rivers", "large streams" en "streams" 1984. R=hydraulische straal, Ct=terreinfactor (afhankelijk van verhang en ruwheid)

De klasse "matig verhang" komt in Nederland slechts voor in Zuid-Limburg. Gedacht kan worden aan riviertjes als de Geul en de Gulp, en aan de Grensmaas, die opgevat kan worden als de middenloop van een grote rivier (de "Barbelenzône van Huet", 1954).

3.3 Indeling naar de mate van isolatie/orde van het systeem

De mate van isolatie geeft aan in hoeverre er sprake is van aanvoer van oppervlaktewater van elders. Tezamen met het kenmerk grondwaterinvloed, dat aangeeft in hoeverre er sprake is van aanvoer van grondwater, geeft de mate van isolatie een indruk van de waterbalans van een systeem (verhouding regen-, oppervlakte- en grondwater). Voor het indelingskenmerk wordt een klassenindeling voorgesteld die ten eerste aansluit bij een orden-indeling van vrij afstromende wateren, ten tweede bij een indeling naar ontwatering, afwatering en lozing zoals die gebruikt wordt in de cultuurtechniek (Querner & De Waal, 1992; LKN-notitie) en ten derde een indeling naar hoofdsysteem, primair, secundair en tertiair systeem, zoals die wel gebruikt wordt in kringen van waterbeheerders in Nederland (tabel 3.1). In onze indeling worden wateren ingedeeld in 5 orden; van sterk geïsoleerd (geen toevoer oppervlaktewater) tot sterk verbonden. De orden zoals hier gedefinieerd komen overigens niet overeen met de orden zoals gewoonlijk gebruikt bij de indeling van stromende wateren, waarbij elke confluentie van wateren van eenzelfde orde een verhoging van het ordegetal oplevert. Bij deze benadering zou het voornaamste hoofdsysteem in Nederland, de Rijn, waarschijnlijk een systeem zijn van > 10e orde.

FUNCTIE	NIVEAU	OMSCHRIJVING STAGNANT	OMSCHRIJVING STROMEND
-	-	geïsoleerd water	bron
tertiair	ontwatering	klein polderwater/- sloot	bovenloop beek
secundair	afwatering	(middel)groot pol- derwater/wetering	middenloop beek
primair	boezem	boezemwater/ kanaal	benedenloop beek/- kleine rivier
hoofdsysteem		grote wateren	grote rivier

Tabel 3.1 Indeling van stromende en stagnante wateren naar mate van isolatie/orde van het systeem

3.4 Indeling naar grootte

Bij stromende wateren is de grootte gerelateerd aan de orde van het systeem. Daarom kan de indeling naar orde direkt worden gekoppeld aan breedteklassen, waarbij is uitgegaan van de volgende relaties (tabel 3.2):

ORDE SYSTEEM	BREEDTE
Bovenloop beek	< 3 m ³
Middenloop beek	3-15 m
Benedenloop beek/kleine rivier	10-50 m
Grote rivier	> 50 m

Tabel 3.2 Relatie tussen de orde van het systeem en de breedte bij stromende wateren. Daarbij is voor de begrenzing van de klassen rekening gehouden met de breedteklassen waarmee binnen het Waterstaatkundig Informatie Systeem wordt gewerkt (zie par. 5.2.2)

Door deze direkte relatie tussen orde van het systeem en de grootte is binnen wateren met verhang een verdere onderverdeling naar grootte niet relevant. Binnen wateren zonder verhang kunnen bij een zelfde mate van isolatie grote variaties in grootte optreden. Bij de wateren zonder verhang wordt daarom wel onderscheid gemaakt naar grootte. Daarbij wordt een verschil gemaakt tussen vlakvormige wateren, die worden ingedeeld op grond van hun oppervlakte, en lijnvormige wateren die worden ingedeeld op grond van hun breedte.

De voorgestelde klassenindeling is weergegeven in tabel 3.3. De breedteklassen zijn gelijk gehouden aan het voorstel dat voor de ecotopenindeling is gedaan (Verdonschot et al., 1992). Bij de indeling in oppervlakteklassen is getracht hierop aan te sluiten door eenheden te definiëren die qua abiotische omstandigheden (met name golfslag) en aanwezige soorten vergelijkbaar zijn.

KODE	OMSCHRIJVING KENMERKKLASSE	OPPERVLAK (vlakvormige wateren)	BREEDTE (lijnvormige wateren)
k	klein	< 10 ha	< 8 m
m	middelgroot	10 - 100 ha	8 - 25 m
g	groot	> 1 km ²	> 25 m

Tabel 3.3 Grootte-klassen naar oppervlakte (bij vlakvormige wateren) en naar breedte (bij lijnvormige wateren)

3.5 Indeling naar diepte

Naar diepte kan een onderscheid worden gemaakt tussen ondiepe wateren (diepte < 2,5 m), matig diepe wateren (diepte 2,5 - 5 m) en diepe wateren (diepte > 5m). De eerste grens is van belang voor wortelende waterplanten, en is gelijk aan de grens die in het ecotopensysteem is getrokken tussen ondiep en diep. Daarbij moet worden opgemerkt dat deze grens mogelijk wat aan de diepe kant ligt. De tweede grens komt bij benadering overeen met de diepte waarbij in stagnante systemen een spronglaag kan ontstaan (zie Redeke 1948, Van Acht & Jansen 1978), die leidt tot de scheiding van het water in een anaëroob onderste en een aëroob bovenste deel. Deze scheiding is niet direkt van invloed op de vegetatie- en macrofaunasamenstelling, maar kan wel grote invloed hebben op de waterkwaliteit, en is daarom als ecoserie-kenmerk relevant.

KODE	OMSCHRIJVING KENMERKKLASSE	DIEPTE
o	ondiep	< 2,5 m
m	matig diep	2,5 - 5 m
d	diep	> 5 m

Tabel 3.4 Indeling naar diepte

3.6 Indeling naar bodemkenmerken

Voor terrestrische ecosystemen zijn bodemkenmerken de belangrijkste konditionerende abiotische kenmerken. Voor de indeling van terrestrische ecoseries zijn dan ook uiteindelijk vijf bodemkenmerken als indelingskenmerken geselecteerd. Het betreft:

- moedermateriaal/ textuur
- profielopbouw
- organische-stofgehalte
- kalkgehalte
- ijzeraanreiking

Deze kenmerken zijn voor de terrestrische systemen in een groot aantal klassen ingedeeld. Voor aquatische ecoseries lijkt een zo gedetailleerde onderverdeling niet noodzakelijk, onder meer omdat de op landelijke schaal beschikbare bodemgegevens (bodemkarteringen Stiboka) slechts beperkte informatie geven over de waterbodems. Ook zijn niet alle kenmerken relevant:

- het aantal textuurklassen, dat voor terrestrische systemen belangrijk is voor de capillaire opstijging en het vochthoudend vermogen, kan voor wateren sterk worden vermindert;

- de profielopbouw is een specificering van moedermateriaal/ textuur die voor waterbodems niet relevant is omdat ze alleen betrekking heeft op terrestrische bodems;
- het organische stofgehalte van de bodem is binnen aquatische systemen minder relevant omdat in niet stromende wateren vrijwel altijd een baggerlaag aanwezig is; het organische stofgehalte van de omliggende gronden geeft weinig informatie over het organisch stofgehalte van de waterbodem;
- een onderscheid naar kalkgehalte wordt voor terrestrische ecoseries zowel op zand- als kleigronden gemaakt. Voor wateren lijkt het onderscheid vooral relevant op zandgronden;
- het indelingskenmerk ijzeraanreiking is voor terrestrische ecoseries gebruikt bij wijze van indicatie voor (vroegere) kwel. Voor wateren kan dit evt. ook gebruikt worden, maar er geldt in nog sterkere mate dan voor terrestrische ecoseries dat kennis over het werkelijk optreden van kwel de voorkeur verdient.

Dit leidt tot de volgende indeling naar bodemtype:

KODE	OMSCHRIJVING KENMERKKLASSE
o	oligotroof veen
m	mesotroof/eutroof veen
z	kalkloos en kalkarm zand
c	kalkrijk zand
k	fijnere textuurklassen (loess, lichte en zware zavel, zware en lichte klei)

Tabel 3.5 Indeling naar bodemtype

De invloed van de bodem op de waterkwaliteit en de aard van de levensgemeenschap is niet overal even sterk en is het grootst in geïsoleerde wateren. Deze staan niet of zelden (bv. bij overstroming van rivieren of beken) via het oppervlaktewater in contact met andere wateren. De voeding is dus vooral via het regenwater en via het grondwater. Dit betekent dat de chemische samenstelling van het water in sterke mate bepaald wordt door de aard van de ondergrond. In mindere mate geldt dit ook voor de kleinere niet geïsoleerde wateren zonder verhang en met gering verhang. In grotere, niet geïsoleerde wateren zonder verhang en in wateren met matig tot sterk verhang is de aanvoer van water het meest bepalend voor de waterkwaliteit en heeft de bodemsamenstelling slechts een beperkte invloed.

3.7 Indeling naar grondwaterinvloed

Op het laagste niveau wordt onderscheid gemaakt naar de aanwezigheid van kwel en het type kwelwater. Ook hierbij kan met een beperkt aantal klassen worden volstaan, uitgaande van het gegeven dat de overige aanvoerposten op de waterbalans al zijn ondervangen door het indelingskenmerk "mate van isolatie". Met dat kenmerk zijn neerslag en oppervlaktewater als invoer bekend. Het onderscheid naar kwelinvloed is dan ook nog slechts van belang voor die wateren, waar een substantieel waterkwaliteitsverschil mag worden verwacht.

Dit betekent in de praktijk dat kwel van grondwaterachtige kwaliteit alleen in veen- en zandgebieden van echt belang is, terwijl brakke en zoute kwel misschien in één klasse kunnen worden ondergebracht, omdat beide door menging leiden tot brakke condities. Alleen voor het leggen van een relatie met de vele saliniteitsklassen van het aquatisch ecotopensysteem is het maken van onderscheid tussen brakke en zoute kwel misschien wel gewenst.

Voor de klassenindeling is uitgegaan van de eenheden die worden gehanteerd in de legenda van de LKN-grondwaterrelatiekaart (Klijn 1989):

KODE	KENMERKK-LASSE	OMSCHRIJVING
-at	atmotroof	volledig gevoed door regenwater
-al	met atmocliene/ lithocliene kwel	tijdelijk of permanent onder invloed van grondwater uit de naaste omgeving
-li	lithocliene kwel	tijdelijk of permanent onder invloed van lithoclien kwelwater met een chloridege- halte van minder dan 1000 mg/l
-br	brakke kwel	tijdelijk of permanent onder invloed van kwelwater met een chloridegehalte van 1000 tot 10.000 mg/l
-zo	zoute kwel	tijdelijk of permanent onder invloed van kwelwater met een chloridegehalte van meer dan 10.000 mg/l

Tabel 3.6 Indeling naar kwel

Daarbij is een nieuwe klasse "atmotroof" ingevoerd die betrekking heeft op het afwezig zijn van kwel en die kan worden gebruikt in situaties dat voeding volledig plaatsvindt door regenwater (geïsoleerde wateren met schijngrondwaterspiegel).

3.8 Overige kenmerken

Naast de hiervoor genoemde, breed toepasbare kenmerken, kunnen ook een aantal kenmerken onderscheiden worden die alleen in specifieke situaties relevant zijn. Gedacht kan worden aan factoren als de inlaat van zout water, het ecodistrikt waarbinnen een ecoserie ligt, het optreden van inundaties en dergelijke. Omdat het gaat om zulke specifieke kenmerken zullen ze niet hier worden genoemd maar in hoofdstuk 4, bij de verdere onderverdeling van de gevormde ecoserietypen.

Hoofdstuk 4 Indeling in ecoserietypen

4.1 Gebruik van kenmerken bij indeling in ecoserietypen

Op grond van de in het vorige hoofdstuk geselecteerde kenmerken en de daarbinnen onderscheiden kenmerkklassen is het nu mogelijk om de ecoserietypen te definiëren. Daarbij wordt een zekere hiërarchie aangehouden, waarbij de meer dominante kenmerken worden gebruikt voor de hoofdingeling en meer de afgeleide kenmerken voor een verdere onderverdeling. Een kenmerk wordt dominant genoemd wanneer het kenmerk sterk bepalend is voor de kenmerkklassen lager in de hiërarchie. Zo is het kenmerk stroming dominant boven het kenmerk bodem, omdat de bodemtextuur mede afhankelijk is van de stroming, en is de orde van het systeem dominant boven grootte en diepte omdat deze in stromende wateren meestal worden bepaald door de orde van het systeem. De volgorde waarin de kenmerken worden gebruikt voor de klassifikatie is als volgt:

- 1 Verhang (onderscheid tussen wateren met en zonder verhang)
- 2 Mate van isolatie/orde van het systeem
- 3 Grootte en diepte
- 4 Verhang (mate van verhang)
- 5 Bodem
- 6 Grondwaterinvloed

WATEREN MET VERHANG		WATEREN ZONDER VERHANG	
BR	Bron(gebied)	V	Geïsoleerd water (ven)
B	Bovenloop beek	S	Polderwater ontwatering (sloot)
M	Middenloop beek	W	Polderwater afwatering (wetering)
K	Benedenloop beek/kleine rivier	P	Boezem (plas)
GR	Grote rivier	GW	Groot water

Tabel 4.1 *Hoofdingeling naar verhang en mate van isolatie/orde van het systeem, met de kode-aanduiding van de hoofdtypen (tussen haakjes namen waaraan kode ontleend is)*

De hiërarchie in kenmerken is niet overal strikt toegepast, omdat het tevens de wens was om te komen tot eenheden die enigszins aansluiten bij gangbare indelingen in watertypen. Dit speelt vooral een rol bij de hoofdingeling (tabel 4.1) waarbij op grond van het verhang en de mate van isolatie goed herkenbare eenheden zijn onderscheiden als sloten, vennen, beken en rivieren. Om dit te bereiken is het kenmerk verhang tweemaal gebruikt:

Eénmaal voor de hoofdingeling naar stromende en stagnante wateren (resp. wateren met en zonder verhang), en éénmaal op een lager niveau om binnen de stromende wateren een verder onderscheid te maken naar de mate van verhang.

De klassenindeling van de meer afgeleide kenmerken is soms afhankelijk van de eerdere indelingsstappen. Soms is er zelfs sprake van een volledige korrelatie, waardoor een nader onderscheid naar het meer afgeleide kenmerk niet meer zinvol is. Zo zijn bij stromende wateren de grootte en diepte en de orde van het systeem zozeer aan elkaar gekorreleerd dat het geen zin heeft om afzonderlijk onderscheid te maken naar deze kenmerken. Dit betekent dat het uiteindelijke aantal typen veel kleiner is dan het aantal theoretisch mogelijke combinaties van kenmerkklassen.

4.2 Overzicht typen

In de tabellen 4.2 t/m 4.5 wordt een overzicht gegeven van de ecoserietypen zoals die onderscheiden kunnen worden op grond van de kenmerken verhang, mate van isolatie, grootte, diepte en bodem. Wanneer de indeling naar kwel vooralsnog buiten beschouwing wordt gelaten kunnen ruim veertig ecoserietypen onderscheiden worden. Deze worden hieronder weergegeven. Allereerst is een hoofdingeling naar verhang en mate van isolatie van het systeem gemaakt, waarbij 10 hoofdtypen worden onderscheiden die met hoofdletters worden aangegeven (tabel 4.1). In de daaropvolgende tabellen wordt respectievelijk voor wateren met verhang, geïsoleerde en niet geïsoleerde wateren zonder verhang de verdere onderverdeling in ecoserietypen aangegeven.

De onderverdeling is niet binnen alle typen even ver doorgevoerd. Sommige combinaties van kenmerkklassen komen binnen Nederland niet voor of zijn zo zeldzaam dat het onderscheiden van een dergelijk type weinig zinvol is. Een verdere onderverdeling kan eventueel plaatsvinden als toegenomen kennis of veldinventarisatie hiertoe aanleiding geven. Vooral als een geografisch ecoserie-bestand zou worden gebaseerd op verschillende afzonderlijke databestanden die met elkaar in verband worden gebracht (overlay-procedure of data-versleuteling op basis van beslisregels) is een dergelijke uitbreiding van het aantal typen geen onoverkomelijk probleem.

De ecoserietypen die uiteindelijk gevormd worden, zullen voor een grotere herkenbaarheid soms worden aangeduid met "holistische" begrippen die aansluiten bij het algemeen taalgebruik ("ven", "duinmeer", "petgat" e.d.). Deze namen zijn geen limitatieve beschrijving voor alle wateren binnen het betreffende ecoserietype, daarvoor moet gebruik worden gemaakt van de omschrijving van het ecoserietype op grond van de kenmerkklassen.

4.3 Opmerkingen bij de indeling

Bij de indeling van wateren met verhang (tabel 4.2) is zowel de bij de definitie (zie hoofdstuk 3) als bij de naamgeving aansluiting gezocht bij de STOWA-indeling voor beken (STOWA 1992). Binnen de wateren met verhang is geen onderscheid gemaakt naar grootte en diepte aangezien die direkt samenhangen met de orde van het systeem. Een verdere onderverdeling naar bodemtype of kwel is voorlopig achterwege gelaten.

MATE VAN ISOLATIE	VERHANG	OMSCHRIJVING ECO-SERIETYPE	VOORBEELD
BR Bron(gebied)	-	BR Bron(gebied)	
B Bovenloop	matig	Bh Bovenloop met matig verhang	bovenloop heuvellandbeek
	gering	Bl Bovenloop met gering verhang	bovenloop laaglandbeek
M Middenloop	matig	Mh Middenloop met matig verhang	middenloop heuvellandbeek
	gering	MI Middenloop met gering verhang	middenloop laaglandbeek
K Benedenloop/ kleine rivier	gering	Kl Benedenloop met gering verhang	benedenloop laaglandbeek, klein riviertje
R Rivier	matig	Gh Grote rivier met matig verhang	Middenloop grote rivier (Grensmaas)
	gering	Gl Grote rivier met gering verhang	Benedenloop grote rivier (Rijn, Waal, IJssel)

Tabel 4.2 Indeling in ecoserietypen binnen wateren met verhang (stromende wateren)

Bij de indeling van geïsoleerde wateren zonder verhang (tabel 4.3) zijn ook petgaten, wielen, strangen en zand/klei/grind-winputten gerekend tot de geïsoleerde wateren. Dit is weliswaar strikt genomen niet juist (over het algemeen zijn ze via sloten verbonden met andere polder- of boezemwateren of met wateren van het hoofdsysteem), maar in relatie tot hun volume is de aanvoer van oppervlaktewater over het algemeen beperkt zodat ze in dit opzicht veel gemeen hebben met geïsoleerde wateren.

Bij de indeling van de niet-geïsoleerde wateren zonder verhang (tabel 4.4) is er van uitgegaan dat binnen polderwateren de orde van het systeem samenvalt met de grootte van het water (sloten voor ontwatering, wetingen en vaarten voor afwatering). Bij de grote wateren van het hoofdsysteem is een verdere onderverdeling naar bodemtype achterwege gelaten.

Omdat de tabellen anders te onoverzichtelijk zouden worden is de indeling naar kwel niet aangegeven. Wel is met een sterretje aangegeven binnen welke eenheden een verdere indeling naar kwel zinvol is. Inklusief het onderscheid naar kwel zijn er bijna zestig ecoserietypen.

4.4 Verdere onderverdeling binnen de ecoserietypen

Binnen de ecoserietypen kan het soms zinnig zijn om een onderverdeling te maken naar kenmerken die specifiek binnen dat ecoserietype of binnen een beperkte groep van ecoserietypen van belang zijn.

GROOTTE	DIEPTE	BODEM	OMSCHRIJVING TYPE	VOORBEELDEN
klein	ondiep	oligotroof veen	Vko(v) Klein, ondiep geïsoleerd water op oligotroof veen	hoogveenput
		mesotroof/ eutroof veen	Vko(m)* Klein ondiep geïsoleerd water op mesotroof/eutroof veen	petgat
		kalkloos en kalkarm zand	Vko(z)* Klein ondiep geïsoleerd water op kalkloos/kalkarm zand	veen, duinpoel
		kalkrijk zand	Vko(c) Klein ondiep geïsoleerd water op kalkrijk zand	duinpoel
		overige textuurklassen	Vko(k) Klein ondiep geïsoleerd water op klei, leem of zavel	(drink)poel
	diep	overige textuurklassen	Vkd(k) Klein diep geïsoleerd water op klei, leem of zavel	wiel
middelgroot	ondiep	oligotroof veen	Vmo(v) Middelgroot ondiep geïsoleerd water op oligotroof veen	hoogveenplas
		mesotroof/eutroof veen	Vmo(m)* Middelgroot ondiep geïsoleerd water op mesotroof/eutroof veen	petgat
		kalkloos en kalkarm zand	Vmo(z)* Middelgroot ondiep-geïsoleerd water op kalkarm/kalkloos zand	zandplas
		kalkrijk zand	Vmo(c) Middelgroot ondiep geïsoleerd water op kalkrijk zand	duinmeer
		overige textuurklassen	Vmo(k) Middelgroot ondiep geïsoleerd water op klei, leem of zavel	strang
	matig diep	kalkloos en kalkarm zand	Vmm(z) Middelgroot matig diep geïsoleerd water op kalkarm/ kalkloos zand	zandplas
		overige textuurklassen	Vmm(k) Middelgroot matig diep geïsoleerd water op klei, leem of zavel	strang
	diep	-	Vmd(-) Middelgroot diep geïsoleerd water	middelgrote zand/ klei/grindput
groot	diep	-	Vgd(-) Groot diep geïsoleerd water	grote zand/klei/ grindput

Tabel 4.4 Indeling binnen geïsoleerde wateren zonder verhang. Met een sterretje achter de kode is aangegeven binnen welke eenheden een verdere onderverdeling naar kwel relevant is

Het gaat daarbij om kenmerken die aanvullend zijn op de in hoofdstuk 3 genoemde ecoserie-kenmerken. Hoewel het niet de bedoeling is hier alle mogelijke aanvullende kenmerken te noemen kunnen wel een aantal suggesties voor verdere onderverdeling gedaan worden:

onderscheid naar ecodistrikt

In een aantal gevallen kan het zinnig zijn om onderscheid te maken naar het ecodistrikt waarbinnen de ecoserie voorkomt. Dit geldt bijvoorbeeld voor kleine geïsoleerde wateren op kalkarm/kalkloos zand, waar een onderscheid naar duinen (duinpoelen) en overige zandgronden (vennen) zinvol is. Aan dit verschil zijn gekoppeld verschillen in kalkrijkdom (die niet zijn af te leiden uit de bodemkaart omdat daarop geen onderscheid wordt gemaakt tussen kalkarm en kalkloos), hydrologie (fluctuatiepatroon), waterkwaliteit (zoutinwaai) e.d. Ook voor bovenlopen beken is een onderverdeling naar ecodistrikt zinvol om zo verschil te kunnen maken tussen duinrellen (duinen), sprengen (stuwwallen) en overige bovenlopen van beken.

inlaat van water

De inlaat van water en de aard van het ingelaten water vormt in een aantal gevallen een zeer bepalende faktor voor de waterkwaliteit. Gedacht kan worden aan de inlaat van zeewater (Grevelingen), en aan de infiltratie van rivierwater in de duinen.

normalisatie/stuwung

Bij beken zou het zinnig zijn om onderscheid te maken tussen genormaliseerde en niet-genormaliseerde beken. Omdat niet-genormaliseerde beken zo zeldzaam zijn zou kunnen worden volstaan met aan te geven welke beken niet genormaliseerd zijn.

getijde

Binnen de grote rivieren zou onderscheid gemaakt kunnen worden naar riviergedeelten met getijde-invloed (met een grens bij bv. 30 cm verschil tussen eb en vloed) en overige riviergedeelten.

inundaties met rivierwater

Omdat inundaties met rivierwater zeer bepalend zijn voor de dynamiek én de waterkwaliteit zou het zinnig zijn om wateren die in de uiterwaarden liggen apart aan te geven.

4.5 Relaties ecoserietypen-ecotootypen

Doordat de kenmerken die zijn gebruikt bij de ecoserie-indeling konditionerend zijn voor de kenmerken die zijn gebruikt bij de indeling in ecotootypen is de verwachting dat er een relatie bestaat tussen het ecoserietype en het ecotootypen. Dit is echter geen één op één relatie. In de eerste plaats worden factoren als voedselrijkdom en zuurgraad niet alleen bepaald door bodemtype en hydrologie maar ook door ander factoren (bemesting,

ORDE/ ISOLATIE	GROOT- TE	DIEPTE	BODEM	OMSCHRIJVING TYPE		VOORBEELD
Ontwatering	klein	ondiep	oligotroof veen	S(v)	Ontwatering op oligotroof veen	hoogveensloot
			mesotroof/eutroof veen	S(m)*	Ontwatering op mesotroof/-eutroof veen	laagveensloot
			kalkloos en kalkarm zand	S(z)*	Ontwatering op kalkloos tot kalkarm zand	zandsloot
			kalkrijk zand	S(c)*	Ontwatering op kalkrijk zand	zanderijsloot
			klei, zavel en leem	S(k)*	Ontwatering op klei, zavel of leem	kleisloot
Afwatering	middelgroot	ondiep	oligotroof veen	W(v)	Afwatering op oligotroof veen	hoogveenwijk
			mesotroof/eutroof veen	W(m)*	Afwatering op mesotroof/-eutroof veen	wetering op laagveen
			kalkloos en kalkarm zand	W(z)*	Afwatering op kalkloos tot kalkarm zand	wetering in zandgebied
			kalkrijk zand	W(c)*	Afwatering op kalkrijk zand	zanderijvaart
			klei, zavel en leem	W(k)*	Afwatering op klei, zavel of leem	wetering op klei
Boezem	middelgroot	ondiep	mesotroof/eutroof veen	Pmo(m)	Middelgroot ondiep boezemwater op mesotroof/eutroof veen	
			kalkloos en kalkarm zand	Pmo(z)	Middelgroot ondiep boezemwater op kalkloos tot kalkarm zand	
			klei, zavel of leem	Pmo(k)	Middelgroot ondiep boezemwater op klei of zavel	
	groot	ondiep	mesotroof/eutroof veen	Pgo(m)	Groot ondiep boezemwater op mesotroof/eutroof veen	laagveenplas
			kalkloos en kalkarm zand	Pgo(z)	Groot ondiep boezemwater op kalkloos tot kalkarm zand	
			klei, zavel of leem	Pgo(k)	Groot ondiep boezemwater op klei of zavel	
		matig diep	-	Pgm	Groot matig diep boezemwater	kanaal
Hoofdsysteem	groot	ondiep	-	Go	Ondiep groot water	randmeren
		matig diep	-	Gm	Matig diep groot water	IJsselmeer
		diep	-	Gd	Diep groot water	Grevelingen

Tabel 4.4 Indeling binnen niet-geïsoleerde wateren zonder verhang. Met een sterretje achter de kode is aangegeven binnen welke eenheden een verdere onderverdeling naar kwel relevant is

zure neerslag). Bovendien zijn ook andere factoren dan voedselrijkdom, vochttoestand en zuurgraad bepalend voor de aard van de levensgemeenschap. Gedacht kan worden aan de tijd en het beheer, die er toe kunnen leiden dat op een zelfde bodemtype onder dezelfde hydrologische omstandigheden zeer verschillende vegetaties en fauna-gemeenschappen voorkomen. Dit betekent derhalve dat binnen één ecoserietype meestal meerdere ecotootypen kunnen voorkomen.

In bijlage 3 is in de vorm van een aantal tabellen aangegeven welke ecotootypen (volgens de indeling van Verdonshot e.a. 1992) voorkomen binnen de in deze studie onderscheiden ecoserietypen. Daarbij is uitgegaan van combinaties van ecoserietype en ecotootype zoals die op dit moment in Nederland kunnen worden aangetroffen, waarbij geen onderscheid is gemaakt tussen natuurlijke en meer door de mens beïnvloede situaties (zie de discussie hierover in paragraaf 8.2). Met zeer weinig voorkomende combinaties is geen rekening gehouden.

Gemiddeld komen binnen elk ecoserietype 3 ecotootypen voor. Omdat de ecoseriekenmerken verhang, grootte en diepte sterk overeenkomen met de ecotoopenmerken stroming, grootte en diepte wordt de variatie aan ecotootypen met name bepaald door verschillen in waterkwaliteit (zuurgraad, voedselrijkdom en saliniteit).

Hoofdstuk 5 Bepaling ruimtelijke verspreiding ecoseries

5.1 Inleiding

Het besluit een ecoserieklassifikatie voor oppervlaktewateren op te zetten is mede ingegeven vanuit de gedachte dat het gemakkelijker zal zijn van ecoserietypen de ruimtelijke verspreiding te bepalen, dan van ecotootypen. Dit heeft te maken met de keuze van differentiërende kenmerken.

Ecotootypen worden onderscheiden naar meer operationele omgevingsfactoren, die vaak moeilijk zijn te meten en nog moeilijker te karteren (Verdonschot et al., 1992). Sommige abiotische omgevingsfactoren worden wel gemeten door waterbeheerders of kunnen worden afgeleid uit door de beheerders verzamelde gegevens over makrofaunasamenstelling. Helaas zijn het echter puntwaarnemingen, waarvan de bruikbaarheid voor een landsdekkend overzicht van ecologische watertypen beperkt is.

Ecoseries worden onderscheiden naar makroscopisch herkenbare, vaak uit bestaand kaartmateriaal af te leiden eigenschappen van wateren. Dit maakt ze in theorie meer geschikt voor landsdekkende kartering. Bij het opzetten van de klassifikatie is er zelfs rekening mee gehouden dat de indelingskenmerken van de ecoseries bij voorkeur van bestaand kaartmateriaal, of nog liever digitaal opgeslagen geografische informatie, moeten kunnen worden afgeleid.

In dit hoofdstuk zal worden nagegaan welk kaartmateriaal en welke databestanden het meest geëigend zijn om, via combinatie, te komen tot een landsdekkend overzicht van ecoseries.

Het gaat daarbij om informatie over morfometrische kenmerken van wateren (verhang en dimensies), de plaats in het afwaterings- of ontwateringssysteem die daar deels mee samenhangt, gegevens over bodem en de bijdrage van kwel aan de waterbalans.

Daarbij wordt uitgegaan van een bepaald schaal- en detailniveau dat enerzijds gerelateerd is aan de aard van het begrip ecoserie (zie hoofdstuk 2), en anderzijds aan de beoogde toepassing in landsdekkende voorspellingsmodellen (zie hoofdstuk 1). Dit laatste maakt een detailniveau van cellen van 1 km² voldoende nauwkeurig, analoog aan de mate van detail van de Landschapsecologische Kartering Nederland (LKN) en de schaal waarop DEMNAT voor natte en vochtige ecosystemen de berekeningen uitvoert.

5.2 Morfometrische kenmerken van wateren: verhang en dimensies

Morfometrische kenmerken van wateren kunnen worden afgeleid van:

- topografische kaarten, mits van voldoende detailniveau (1: < 25.000)
- waterstaatskaarten 1: 50.000 (bevatten alleen de bredere watergangen)
- kaarten die zijn vervaardigd in het kader van provinciale waterhuishoudingsplannen
- overige thematische kaarten van één of meer watertypen of regionaal materiaal

- van dergelijke kaarten afgeleide digitale bestanden, zoals LKN-IPI/ECO
Deze categorieën zullen achtereenvolgens kort worden behandeld.

5.2.1 Topografische kaarten

Topografische kaarten kunnen worden gebruikt om twee soorten informatie uit af te leiden. Ten eerste is dat het reliëf, hetgeen belangrijk is voor het verhang. Ten tweede zijn dat de "blauwe lijnelementen", ofwel de watergangen, en de vlakvormige wateren naar precieze ligging.

Op de topografische kaarten is informatie over het reliëf opgenomen in de vorm van puntinformatie met een bijbehorend hoogtecijfer en in de vorm van lijninformatie betreffende de globale ligging van hoogtelijnen. Het interval tussen de hoogtelijnen is in reliëfrijke delen van het land gewoonlijk 1 m, in Laag Nederland soms nauwkeuriger. In het laatste geval is de positie van de hoogtelijnen echter vaak moeilijk vast te stellen.

De hoogteinformatie die op de gedrukte kaartbladen gedetailleerd is weergegeven (ongeveer 1 hoogtepunt bekend per hectare) is helaas (nog) niet digitaal beschikbaar. Volgens een zegsman van de Topografische Dienst is er wel een digitaal bestand van hoogtepunten per hectare beschikbaar (à f 40.000), maar daarvan zijn de punten gebaseerd op een ongeveer 20 jaar oude, sterk gegeneraliseerde hoogtelijnenkaart. Vervolgens is door er een raster overheen te leggen per rastersnijpunt via interpolatie een hoogte-waarde ingevoerd. Dit behoeft dus niet overeen te komen met realistische waarden, omdat de basiskaart te grof was. Het schaalniveau en de mate van nauwkeurigheid van de basiskaart vormen hier feitelijk de beperking. Met dit bestand kan niet verwacht worden dat de ligging van beekdalen of het verhang van beekdalen voldoende nauwkeurig kan worden bepaald.

Momenteel wordt door de Topografische Dienst, in overleg met de Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat, het Staring Centrum en het RIVM, nagegaan of een nieuw, nauwkeurig hoogtepuntenbestand kan worden opgebouwd.

Ten aanzien van de "blauwe lijnelementen" kan worden gesteld dat de topografische kaart wel het vaststellen van de ligging van de meeste lijnvormige wateren mogelijk maakt, maar dat geen informatie wordt gegeven over de dimensies van de wateren (breedte en diepte). Voor vlakvormige wateren die schaalgetrouw worden weergegeven is de grootte wel te bepalen, terwijl ook in een aantal gevallen één of meerdere dieptecijfers zijn opgenomen.

Deze informatie is dus zowel relevant als toegankelijk, zij het niet in de vorm van een digitaal bestand.

De lengte van blauwe lijnelementen en de oppervlakte van vlakvormige wateren zijn wel opgenomen in het LKN-bestand over IPI/ECO.

Dit is informatie per km². Daarop wordt hierna nader ingegaan.

Samengevat: de hoogtelijnen- en -punteninformatie is de meest relevante informatie van

de topografische kaart. Deze is helaas nog niet digitaal beschikbaar. Het verdient aanbeveling te bevorderen dat ze op korte termijn beschikbaar zal komen.

5.2.2 Waterstaatskaarten 1: 50.000

De waterstaatskaarten 1: 50.000 worden vervaardigd door de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat en uitgegeven door de Topografische Dienst. Ze geven informatie over afwateringseenheden, zowel vrij afwaterende als peilbeheerste gebieden, die een waterhuishoudkundige eenheid vormen. Van de peilbeheerste gebieden is het gemiddeld zomer- en winterpeil aangegeven ten opzichte van NAP.

Tevens staan de belangrijkste waterleidingen erop, dat wil zeggen niet de sloten, maar wel de bij het waterschap in beheer zijnde weteringen, wijken en dergelijke, alsook een aantal infrastrukturele werken die voor de waterbeheerders van belang zijn, zoals duikers, dijken, wegen, gemalen en dergelijke.

De waterstaatskaart is een thematische kaart die over een grijsdruk van de 1: 50.000 topografische kaart is gedrukt. De voor waterbeheerders relevante informatie is geaccentueerd (wegen, vaarten) of toegevoegd (peilen, duikers, sluizen, gemalen). De toegevoegde informatie is slechts zeer beperkt ten opzichte van die op de topografische kaart en betreft in feite alleen infrastrukturele werken, afwateringseenheden en peilen. Om ecoseriekenmerken uit af te leiden, met name de morfometrische, lijkt de kaart weinig meerwaarde te bieden ten opzichte van de topografische kaart, ten eerste omdat van de grotere watergangen evenmin de dimensies worden gegeven, ten tweede van beken niet is aangegeven of het om boven-, midden- of benedenlopen gaat, en ten derde informatie over sloten geheel ontbreekt. Wel is eruit af te leiden welke gebieden vrij afwaterend zijn en welke peilbeheerst.

De waterstaatskaart is vooralsnog alleen als gedrukte kaart voorhanden. Er wordt momenteel bij de Meetkundige Dienst gewerkt aan een gedigitaliseerde versie van de waterstaatskaart (het WIS, ofwel Waterstaatkundig Informatie Systeem), die veel meer informatie biedt en als basiskaart zou kunnen dienen voor een ecoserie-bestand. In het WIS zijn alle op de waterstaatskaarten aangegeven wateren opgenomen als polygonen (wateren meer dan 50 m breed) of als lijnen (wateren minder dan 50 m breed). De breedte van waterlopen wordt aangegeven in de volgende klassen:

- <3 m
- 3-6 m
- 6-15 m
- 15-30 m
- 30-50 m
- 50-100 m
- > 100 m

Van de bevaarbare waterlopen wordt tevens de diepte aangegeven. Ook wordt aangegeven tot welke CUWVO-eenheid een waterloop behoort. Daarnaast wordt informatie gegeven over de lokatie en aard van kunstwerken en informatie over de watervoorziening.

5.2.3 Kaarten voor provinciale waterhuishoudingsplannen

Diverse provincies hebben voor de voorbereiding van hun provinciale waterhuishoudingsplan kaarten gemaakt van aspecten van de oppervlakte- en grondwaterhuishouding binnen de provincie. In veel gevallen gaat het daarbij om kaarten van de watergangen, soms met aanvullende informatie over morfometrische kenmerken, zoals de basiskaart van de Provincie Overijssel, die in het Pleistoceen onderscheid maakt naar boven-, midden- en benedenlopen. De provincie Noord-Holland heeft een kaart van de waterstaatkundige situatie als bijlage 5 bij het Ontwerp Provinciaal Waterhuishoudingsplan, waar op een topografische ondergrond boezemwateren en polderwateren worden onderscheiden. Kleinere wateren, zoals sloten, worden buiten beschouwing gelaten. Deze tweedeling is een sterke vereenvoudiging ten opzichte van de door deze provincie gebruikte watertypologie, maar biedt wel een ingang tot het opzetten van een geografisch databestand, omdat het een aanvulling is op topografische informatie.

Een systematische inventarisatie van de beschikbare informatie bij de provincies is (nog) niet uitgevoerd om verschillende redenen:

- ten eerste hebben alle provincies een zekere autonomie als het gaat om het vervaardigen van basiskaarten. Dit leidt tot een verschillende aanpak, verschillende legenda's, schalen, mate van detail en verschillende typologieën en indelingen. Het materiaal zal dus sterk verschillen, zodat voor een landsdekkend bestand de kwaliteit van het geheel bepaald zal worden door de kwaliteit van het slechtste deel (zie bijv. ook Klijn (1989) voor dit probleem ten aanzien van grondwaterbewegingen).
- door de verschillende mate van automatisering bij de verschillende provincies ligt het niet voor de hand dat alle kaarten als digitaal bestand voorhanden zullen zijn.

Samengevat kan worden gesteld dat het materiaal van de provincies waarschijnlijk te heterogeen van aard is om nu het geografisch overzicht van aspecten van ecoseries op te baseren. Dit is overigens niet systematisch nagegaan en van sommige provincies kan worden gesteld dat de beschikbare informatie wel relevant lijkt.

5.2.4 Afzonderlijke thematische kaarten

Er zijn verspreid gegevens verzameld ten behoeve van onderzoeksprojecten, waarbij een bepaald watertype centraal heeft gestaan. In dat verband kan gewezen worden op een aantal voorbeelden.

Ten eerste betreft dat een vennenkaartje van het RIN (Figuur 5.1, ontleend aan Torenbeek 1988). In veel gevallen, zoals het bovengenoemde, is de nauwkeurigheid van dergelijke kaartjes onvoldoende, omdat ze als illustratie bij een publikatie zijn bedoeld en niet als een geografisch bestand.



Figuur 5.1 Verspreiding van de 900 vennen, betrokken bij het onderzoek van de Stichting Onderzoek Levensgemeenschappen, 1957-1959. P.J. Schroevers, gepubliceerd in Torenbeek 1988

Dergelijke informatie is dan ook slechts zelden digitaal beschikbaar.

Een tweede voorbeeld is een digitaal bestand van de Rijkswateren dat vervaardigd is door Geodan in opdracht van Rijkswaterstaat. Dit digitale bestand is onder meer door het CML als "boundary-file" aangeschaft. Bij toeval is het eens over de provinciegrenzen gelegd, waaruit bleek dat de provinciegrens en de Waal op veel plaatsen van elkaar afweken, waar dit niet verwacht werd. Dit geeft te denken over de nauwkeurigheid van het bestand. Het voldoet zeker niet voor toepassingen, waarvoor een nauwkeurigheid tot op tenminste een halve kilometer vereist is. Vermoedelijk is het ook in eerste instantie voor illustratiedoeleinden (Nederland op een A-4tje) bedoeld.

Deze voorbeelden geven aan dat verspreid materiaal zeer divers van aard is, waardoor het onwaarschijnlijk moet worden geacht dat uit dergelijk materiaal een landsdekkend bestand kan worden opgebouwd. Dat neemt niet weg dat het als aanvullend materiaal van nutte kan zijn ter controle of als aanvulling op ander, wel landsdekkend en systematisch en nauwkeurig materiaal.

5.2.5 Het LKN-IPI/ECO bestand

Dit is een bestand waarin informatie over InterProvinciale Inventarisatie-eenheden (IPI's) is gekombineerd met informatie over de ecotooptypen die binnen de IPI voorkomen. IPI's worden door de provincies gebruikt voor milieu-inventarisaties als ruimtelijke eenheden waarbinnen bemonstering plaatsvindt. De IPI-klassifikatie wordt dus in principe in alle provincies gebruikt en is daardoor bij uitstek geschikt om alle provinciale inventarisaties onder één noemer te brengen. Voorbeelden van IPI's zijn "levend hoogveen", "laagveenmoeras en petgaten", "vijvers en grachten" en "genormaliseerde laaglandbeek".

Het is een zeer gedetailleerde indeling die in ieder geval het opbouwen van een geografisch databestand op ecoserie-niveau binnen bereik lijkt te brengen. Er zijn echter een aantal beperkingen, namelijk:

- de inventarisatiedichtheid verschilt zeer sterk per provincie. De ervaringen bij het LKN-project wijzen erop dat alleen Zuid-Holland, Noord-Holland, Utrecht en Zeeland goed geïnventariseerd zijn. Drente is redelijk goed geïnventariseerd, de overige provincies zijn vermoedelijk slecht tot zeer slecht geïnventariseerd.
- ook binnen provincies waar is geïnventariseerd met behulp van IPI's zijn deze niet altijd ruimtelijk aangegeven op de veldkaartjes

Het ontbreken in de meeste provincies van een kartering van IPI's is ook in het LKN-project als een belangrijke hinderpaal beschouwd. Daarop is besloten tot een schatting van de oppervlakken en lengten van respectievelijk vlak- en lijnvormige IPI's van topografische kaarten. Omdat de meeste IPI-typen echter niet zijn te onderscheiden op topografische kaarten, is een generalisatie van IPI-typen tot IPI-hoofdgroepen doorgevoerd. Met deze hoofdgroepen wordt nu een landsdekkend IPI-hoofdgroepen bestand opgebouwd

waarin per km² de oppervlakte, c.q. lengte van de verschillende hoofdgroepen wordt geschat. Om aan lijnvormige IPI's een oppervlakte te kunnen geven is een omrekenfactor toegevoegd, gerelateerd aan de breedte (oppervlak = lengte x breedte).

0 Bijzondere elementen	10 Ven en veenput
1 Naald- en gemengd bos	11 Open water
2 Loofbos	12 Stedelijk groen
3 Grasland	13 Bebouwd gebied
4 Akker	14 Houtwal en houtsingel
5 Boomkwekerij, boomgaard en populierenaanplant	15 Lijnvormig water
6 Dras gebied	16 Greppel
7 Heide en hoogveen	17 Dijk en kade
8 Duin en kaal zand	18 Weg
9 Slik, schor, zandplaat en kwelder	19 Spoorweg
	20 Oever van lijnvormig water
	21 Oever van vlakvormig water

Tabel 5.1 Hoofdgroepen van IPI's zoals gebruikt binnen de Landschapsecologische kartering Nederland

De hoofdgroepen die bij deze landsdekkende kartering worden onderscheiden zijn weergegeven in tabel 1. Slechts drie categorieën lijken informatie over wateren te geven, namelijk (10) "ven en veenput", (11) "open water" en (15) "lijnvormig water". Dit zijn dermate ruime categorieën, dat de bruikbaarheid van dit bestand zeer twijfelachtig is. Zo zijn sloten, kanalen en alle andere lijnvormige wateren bij elkaar gevoegd, terwijl open water alle vlakvormige wateren plus de grote rivieren omvat. Daarbij moet nog worden opgemerkt dat de provincies Friesland, Groningen, delen van Overijssel en de Oostelijke helft van Brabant nog niet zijn ingevoerd. Bij wijze van proef is de categorie "ven en veenput" geselecteerd en geplot. (fig. 5.2)

5.3 Gegevens over de (water)bodem

Bij de bodemindeling die is voorgesteld in hoofdstuk 3 is al rekening gehouden met het feit dat de kenmerken moeten kunnen worden afgeleid uit bestaande bodemkarteringen. De indeling naar bodemtype is daarom weinig gedifferentieerd. Onder de aanname dat de waterbodem qua textuur niet echt sterk afwijkt van de bodem in het omliggende land, kunnen de gegevens worden afgeleid uit de bodemkaart 1: 250.000, de bodemkaart 1: 50.000 of afgeleide bestanden zoals LKN-BODEM/GT of ECOSERIES-BODEM. Al deze bestanden zijn digitaal beschikbaar. De keuze is vooral afhankelijk van de gewenste mate van detail. Dit betekent voor regionale studies de 1: 50.000 bodemkaart of een afgeleide hiervan en voor nationale studies de 1: 250.000 bodemkaart of gegevens per km², zoals de operationalisatie van de ecoseries terrestrisch, die een generalisatie van 1: 50.000 via LKN-BODEM naar ECOSERIES-BODEM behelst.

Voor de beoogde toepassingen is ECOSERIES-BODEM per km² vermoedelijk het meest toegankelijke en eenvoudigst te interpreteren gegevensbestand. Zie voor een nadere toelichting Klijn et al. (1992).

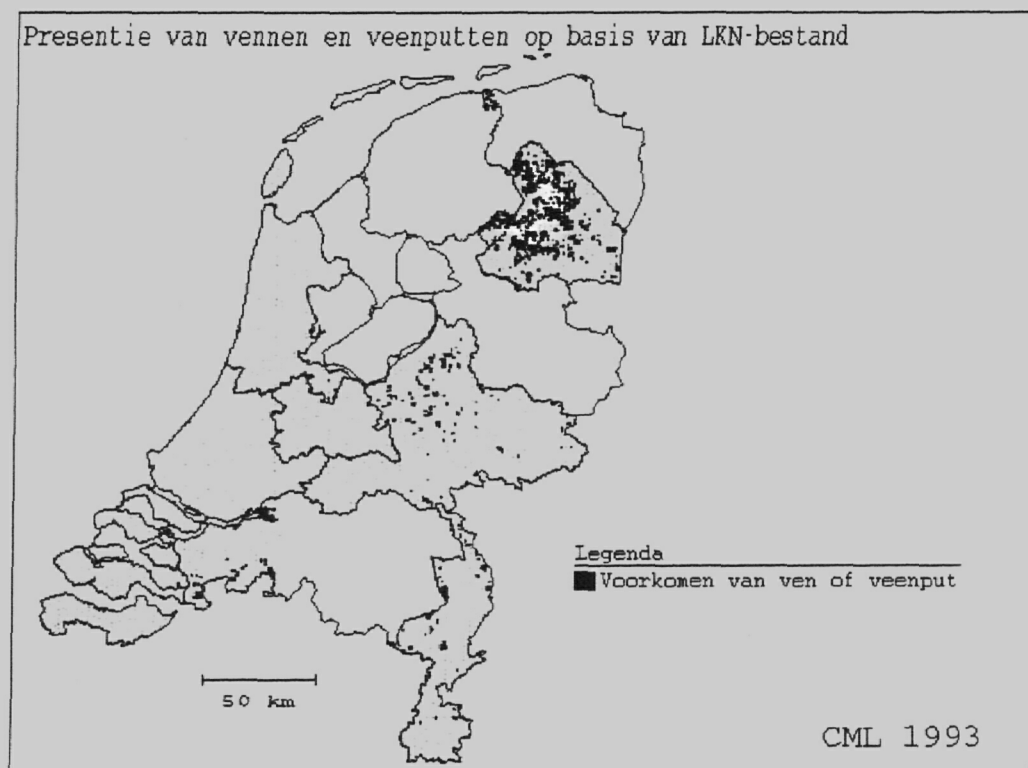


Fig. 5.2 Vennen en veenputten volgens het LKN-IPI/ECO bestand

5.4 Gegevens over de bijdrage van kwel

Gegevens over kwel kunnen worden afgeleid uit de LKN-grondwaterrelaties, uit regionale systeem-analyses en uit de resultaten van hydrologische modellen (LGN, NAGROM e.d.).

Het LKN-grondwaterrelaties bestand (Klijn 1989) geeft per km² een waarde voor het percentage van de cel waarin kwel optreedt, alsook een waarde voor de kwaliteit van het kwelwater in vier ecologisch relevante klassen: mengwatertype (water dat over een korte afstand door de bodem is gestroomd), grondwatertype (van grotere afstand/ diepte), brak en zout. Het gaat daarbij nadrukkelijk om de kwaliteit van het kwelwater. De resulterende waterkwaliteit van het oppervlaktewater zal hier van afwijken omdat die door meer posten op de waterbalans wordt bepaald, zoals neerslag of de aanvoer oppervlaktewater.

De door TNO uitgevoerde "Landelijke Hydrologische Systeemanalyse" (LHS) geeft informatie over de aard van de hydrologische systemen en over het voorkomen van kwel. Deze gegevens kunnen gebruikt worden als aanvulling op het LKN-bestand. Momenteel is deze analyse alleen uitgewerkt voor Midden-Nederland (Kloosterman 1992).

Grondwatermodellen kunnen kwel in meer kwantitatieve termen leveren, namelijk in mm kwel per dag als bijdrage aan het totale waterbezwaar. De juistheid van de berekeningen is sterk afhankelijk van de geohydrologische en topgrafische schematisaties. Daar wreekt zich ondermeer het ontbreken van een goede hoogtelijnenkaart van het maaiveld (zie paragraaf 5.2.1). De kwaliteit van de kwel wordt niet gespecificeerd, zodat daarvoor moet worden uitgegaan van het LKN-grondwaterrelatiesbestand en gegevens uit de LHS.

5.5 Konklusies ten aanzien van karteerbaarheid ecoseries

Als basis voor een overzicht van het voorkomen van ecoserietypen kan het beste worden uitgegaan van de waterstaatskaart 1: 50.000 zoals die momenteel door de Meetkundige Dienst wordt gedigitaliseerd. Op deze kaart zijn alle grotere wateren in Nederland nauwkeurig gelokaliseerd. Voor de ligging van kleinere wateren (sloten) is een andere gegevensbron nodig. De dichtheid aan sloten kan mogelijk worden afgeleid uit het LKN-IPI bestand, door uit te gaan van de lengte aan "blauwe lijnelementen" per vierkante kilometer.

Naast informatie over de ligging van de wateren zijn voor de bepaling van het ecoserietype ook gegevens nodig over ecoseriekenmerken als diepte, grootte, bodem e.d. Voor een deel kunnen deze gegevens worden ontleend aan bestaande bestanden. De grootte van de wateren en de mate van isolatie kan voor een groot deel worden bepaald op grond van de omgrenzing op de Waterstaatskaart. Bodemgegevens kunnen worden bepaald door overlays te maken met gedigitaliseerde bodemkaarten. Gegevens over kwel kunnen grotendeels worden afgeleid uit de LKN-grondwaterrelatiekaart, aangevuld met gegevens uit de Landelijke hydrologische Systeemanalyse.

Een aantal ecoserie-kenmerken zijn echter niet zonder meer af te leiden uit bestaande gegevensbestanden. Zo ontbreekt een goed hoogtelijnenbestand van Nederland, dat gebruikt zou kunnen worden om het verhang wateren in te kunnen schatten. Ook de diepte van wateren zal niet altijd van bestaande kaarten zijn af te lezen.

Hoofdstuk 6 Toepassing bij de effectvoorspelling

6.1 Inleiding

In hoofdstuk 1 is aangegeven dat de indeling is bedoeld om te worden gebruikt in de voorspelling van effecten van ingrepen in het aquatisch milieu. Het gaat daarbij om toepassing in voorspellingsmodellen die zich richten op effecten van ingrepen in het waterbeheer en effecten van verspreiding van milieuvreemde stoffen. In de navolgende paragrafen zal worden aangegeven welke informatie over aquatische systemen nodig is voor de voorspelling van effecten en in hoeverre deze informatie kan worden afgeleid uit de voorgestelde ecoserie-indeling.

6.2 Verspreiding milieuvreemde stoffen

Het is de bedoeling van RIVM om onder de naam CATS ("Contaminants in Aquatic and Terrestrial ecoSystems") een aantal modellen te ontwikkelen waarin ondermeer voor aquatische systemen kan worden aangegeven hoe de stof zich in het systeem gedraagt en wat de mogelijke effecten op de biota zijn (waarbij de nadruk ligt op de fauna). Daarbij wordt onderscheid gemaakt naar ecosysteemtype, met als doel na te gaan of in verschillende ecosysteemtipes ook verschillende effecten te verwachten zijn. De modellen zijn voorlopig vooral bedoeld om meer inzicht te krijgen in de manier waarop milieuvreemde stoffen doorwerken in ecosystemen, en zijn dus vooral theorie-genererend. De indeling in ecoseries en ecotooptypen kunnen bij de modelvorming dienen om inzicht te krijgen in de biotische en abiotische eigenschappen van de in Nederland te onderscheiden water-ecosystemen, en kunnen in een later stadium mogelijk gebruikt worden om de resultaten van de modellen ruimtelijk te generaliseren, gebruik makend van gegevens over de ruimtelijke verspreiding van de watertypen.

Door Janse (1992) is aangegeven welke abiotische gegevens nodig zijn als input voor het aquatische CATS-model. Het gaat daarbij voornamelijk om fysisch-chemische factoren die bepalend zijn voor de chemische evenwichten en de aanvoer/afvoer van stoffen. Zijn schema is gebruikt als uitgangspunt om te bepalen welke gegevens kunnen worden afgeleid uit het ecoserie-type dan wel het ecotooptype (tabel 6.1). Een deel van de gegevens, zoals gegevens over de stroming, voedselrijkdom en zuurgraad, kunnen worden afgeleid uit het ecotooptype. Het ecoserietype geeft via de kenmerken bodem en invloed van kwel belangrijke aanvullende informatie, die onder meer van belang is bij het bepalen van de uitwisseling van stoffen tussen bodem, grondwater en oppervlaktewater. Het organisch stofgehalte van het water en de redoxpotentiaal van de bodem zijn niet direct af te leiden uit de ecoserie- of ecotoopkenmerken. Hooguit is het mogelijk om voor combinaties van ecoserietype en ecotooptype in te schatten wat het organisch stofgehalte en redoxpotentiaal zijn.

Dit betekent dat voor de modellering van de verspreiding van milieuvreemde stoffen de

ecoserie-indeling nuttige aanvullende informatie geeft ten opzichte van de ecotopenindeling. Overigens geldt zowel voor de ecoserie-indeling als voor de ecotopenindeling dat alleen informatie wordt gegeven over de patroonkenmerken, en weinig of geen informatie over de processen die zich binnen de ecosystemen afspelen. Om in dat laatste hiaat te voorzien wordt binnen PEIS in een apart deelproject gewerkt aan de parametrisering van ecosysteemkenmerken die voor het model CATS relevant zijn, waarbij ook aandacht aan de proceskenmerken wordt besteed (opbouw voedselketens en intensiteit van kringlopen).

FAKTOR	IN MODEL BEPALEND VOOR	AF TE LEIDEN UIT:	
		Eco-toop-type	Eco-serie-type
Stroming, verblijftijd, isolatie	Afvoersnelheid	+	+
Infiltratie, kwel	Aan/afvoer van/naar grondwater		+
Waterdiepte	Verdunning, bezinking, begroeiing, stratificatie, kans op droogval	+	+
Grootte, morfologie	resuspensie/bezinking	+	+
Voedselrijkdom	medebepalend voor org. stof-productie	+	
Organisch stof-gehalte water	adsorptie	±	±
pH	chemische evenwichten, afbraaksnelheid	+	
CEC	bindingscapaciteit kationen		+
Hardheid	adsorptie	+	
Textuur, porositeit	resuspensie, mate van begroeiing		+
Organisch stofgehalte bodem	adsorptie		+
Chemie poriënwater	adsorptie, afbraaksnelheid		+
Redoxtoestand bodem	afbraaksnelheid	±	±

Tabel 6.1 *Mate waarin voor het model Cats noodzakelijke gegevens zijn af te leiden uit het ecotooptype dan wel het ecoserietype*

6.3 Ingrepen in het waterbeheer

Door RIZA is in samenwerking met het RIVM een landelijk model ontwikkeld, DEMNAT-2, waarmee de effecten van ingrepen in de waterhuishouding op terrestrische en semi-aquatische ecosystemen kan worden voorspeld (Witte e.a. 1993). Een eerdere versie van het model (DEMNAT-1) is gebruikt bij de voorbereiding van de Derde Nota Waterhuishouding (Claessen e.a. 1991). Omdat voor het bepalen van de verspreiding van

ecosysteemt看en wordt uitgegaan van floristische informatie (Witte & Van der Meijden 1993) kunnen effecten op aquatische ecosystemen slechts worden voorspeld voorzover ze kunnen worden gekarakteriseerd door hogere waterplanten. Eén van de doelstellingen van RIZA is om het model zodanig aan te passen dat effecten op alle relevante aquatische ecosystemen kunnen worden voorspeld. Voor de indeling in ecosysteemt看en kan daarbij gebruik worden gemaakt van de in ontwikkeling zijnde ecotopenindeling (Verdonshot e.a. 1992).

Vraag is nu in hoeverre bij de voorspelling van effecten op deze aquatische ecosystemen ook informatie over het ecoserietype nodig is. Om deze vraag te beantwoorden is eerst een overzicht opgesteld van maatregelen waarvan op landelijke schaal effecten voorspeld zouden moeten worden. Vervolgens is nagegaan welke factoren bepalend zijn voor het type effect, en in hoeverre de informatie over deze factoren kan worden afgeleid uit ecoserietype dan wel ecotooptype. Het resultaat hiervan is weergegeven in tabel 6.2.

MAATREGEL	EFFEKT	KONDITIONERENDE FACTOR	AF TE LEIDEN UIT:	
			eco-toop-type	eco-serie-type
INLAAT GEBIEDS-VREEMD WATER	verandering trofie en zuurgraad	voedselrijkdom uitgangssituatie	+	
		bodemtype		+
		mate van isolatie		+
STUWING, NORMALISATIE	verandering in stroming en watersamenstelling	stroming in uitgangssituatie, verhang	+	+
PEILVERANDERING	droogval	diepte	+	+
VERMINDERING KWEL	verslechtering waterkwaliteit	kwel in uitgangssituatie		+
VERMESTING	toename trofie en saprobie	voedselrijkdom uitgangssituatie	+	
		volume (grootte + diepte)	+	+
		mate van isolatie		+
		stroming	+	
VERSPREIDING MILIEU-VREEMDE STOFFEN	toxische effecten biota	volume (grootte + diepte)	+	+
		stroming	+	
		mate van isolatie		+
		bodemtype		+

Tabel 6.2 *Factoren die bepalend zijn voor de effecten van waterhuishoudkundige maatregelen, en de mate waarin informatie over deze factoren kan worden afgeleid uit het ecotooptype, dan wel het ecoserietype*

Zoals uit de tabel valt af te lezen is de extra informatie die kan worden afgeleid uit het ecoserietype beperkt. Het gaat daarbij vooral om de kenmerken bodemtype, kwel en mate van isolatie. De eerste is van belang om bij de inlaat van water te kunnen bepalen of er sprake zal zijn van "interne eutrofiëring" door de versnelde afbraak van organisch

materiaal, en is van belang bij de bepaling van de verspreiding van milieuvreemde stoffen (mate van binding aan de bodem). Informatie over de aanwezigheid van kwel is met name van belang om te kunnen bepalen in welke ecosystemen vermindering van de kweldruk zal leiden tot een verslechtering van de waterkwaliteit door de verminderde toevoer van schoon grondwater. De mate van isolatie tenslotte bepaalt in hoeverre toxische stoffen en nutriënten zich kunnen verspreiden.

6.4 Konklusie

Omdat de kenmerken die gebruikt worden bij de ecotopenindeling en ecoserie-indeling elkaar voor een deel overlappen (grootte, diepte, stroming, verhang) is de extra informatie die de uit ecoserie-indeling voor de voorspelling kan worden afgeleid beperkt. Het gaat daarbij vooral om informatie die kan worden afgeleid uit de ecoseriekenmerken bodemtype, invloed van kwel en mate van isolatie. Deze factoren zijn in hoge mate bepalend voor stoffenbalansen, en daarmee voor de verspreiding van nutriënten en milieuvreemde stoffen. Het ecoserietype geeft daarmee beperkte, maar wel waardevolle aanvullende informatie ten opzichte van het ecotooptype.

Indirekt is uiteraard ook de karteerbaarheid van de ecoseries van belang: Om effecten op aquatische ecosystemen te kunnen voorspellen moet allereerst bekend zijn waar bepaalde ecosysteemtypen voorkomen. Hierop is echter al in het vorige hoofdstuk ingegaan.

HOOFDSTUK 7 Vergelijking met indelingen t.b.v. waterkwaliteitsbeheer

7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zal worden nagegaan welke overeenkomsten bestaan tussen de voorgestelde ecoserie-indeling en indelingen in watertypen die zijn opgesteld ten behoeve van het waterkwaliteitsbeheer. Daartoe wordt een vergelijking gemaakt met de indeling volgens de CUWVO (CUWVO 1988) en de -nog in ontwikkeling zijnde- indeling van de STOWA. Deze indelingen hebben een aantal uitgangspunten gemeen met de ecoserie-indeling, te weten dat:

- de indeling ecologisch relevant moet zijn, dat wil zeggen dat de kenmerken die gebruikt worden direkt of indirekt relevant zijn voor de in het water voorkomende organismen;
- de eenheden in de tijd redelijk stabiel zijn, zodat maatregelen (in dit geval maatregelen ten behoeve van het waterkwaliteitsbeheer) niet leiden tot een verandering van het watertype waarbinnen de beoordeling plaatsvindt.

Het belangrijkste verschil met de ecoserie-indeling is dat de toepassing waarop deze indelingen zich richten, namelijk toepassing bij normstelling en beoordeling, afwijkt van de toepassing waaraan primair wordt gedacht bij de ecoserie-indeling (de voorspelling van effecten van verspreiding stoffen en van ingrepen in het waterbeheer). Vraag is nu in hoeverre dit verschil in beoogde toepassing leiden tot verschillen in indeling, en welke mogelijkheden er bestaan om de indelingen op elkaar te laten aansluiten.

7.2 Vergelijking met de CUWVO-indeling

De indeling van de CUWVO is opgesteld om te komen tot ecologische waterkwaliteitsdoelstellingen gedifferentieerd naar watertype. In totaal worden 23 typen oppervlaktewater onderscheiden, waarbij binnen sommige typen nog weer subtypen worden onderscheiden (tabel 7.1). Het detailniveau en het type kenmerken op grond waarvan de subtypen worden onderscheiden wisselt sterk per watertype.

Als we de kenmerken die zijn gebruikt bij de indeling vergelijken met de voorgestelde kenmerken voor de ecoserie-indeling (tabel 7.2) dan valt op dat beide indelingen voor een belangrijk deel zijn gebaseerd op morfologische/hydrologische kenmerken (stroming/verhang, grootte/diepte, isolatie). Dit is een logisch gevolg van het feit dat in beide indelingen wordt gestreefd naar relatief stabiele eenheden, die niet te snel veranderen in de tijd, en toch redelijk homogeen zijn in ecologische potenties (zodat bij eenzelfde beheer dezelfde typen ecosystemen verwacht kunnen worden).

Een verschil met de ecoserie-indeling is dat in de CUWVO-indeling een vrij zwaar accent wordt gelegd op de functie en de ontstaansgeschiedenis van de wateren, en dat in tegenstelling tot de ecoserie-indeling gebruik wordt gemaakt van de saliniteit als indelingskenmerk. Daarbij wordt niet altijd afgegaan op het aktuele zoutgehalte, soms wordt uitge-

HOOFDINDELING	TYPEN	SUBTYPEN
RIVIERENSTELSEL	Bronnen	limnocrene, rheocrene, akrocrene en helocrene bronnen
	Beken	bronbeken, bergbeken, Geultype-beken, snelstromende zandbeken, laaglandbeken, veenbeken, duinbeken, kwelbeken, sprengebeken
	Kleine rivieren	
	Rivieren	
FUNCTIONELE WATEREN, GEGRIVEN	Drinkpoelen	
	Stadswateren	
	Sloten	
	Weteringen en vaarten	
	Kanalen	
	Havens	
STAGNANTE WATEREN	Vennen en pingo-ruïnes	voedselarme vennen, dystrofe vennen, mesotrofe vennen, hoogveenvennen, ringvennen
	Duinmeren	regenwatertype, grondwatertype
	Wielen	
	Oude rivierarmen	
	Zand-, grind- en kleigaten	
	Petgaten	
	Meren en plassen	afgesloten zee- of rivierarmen, laagveenplassen ontstaan door vervening, plassen ontstaan door oeveraantasting, restmeren na droogmaking
BRASSE EN ZOETE WATEREN	Dobben	
	Inlagen	
	Zoute meren	
	Kreken	
	Getijdewateren	
	Zee	

Tabel 7.1 Indeling van wateren in watertypen volgens de CUWVO (1988)

gaan van het zoutgehalte dat "van nature" verwacht kan worden (zoals bij kreken, die in de huidige situatie vaak verzoet zijn).

KENMERK	CUWVO	Ecoserie-indeling	Ecotopen-indeling
Stroming/verhang	+	+	+
Mate van isolatie	+	+	-
Grootte/diepte	+	+	+
Permanentie	-	-	+
Functie	+	-	-
Ontstaansgeschiedenis	+	-	-
Bodem	+	+	-
Grondwaterinvloed/kwel	+	+	-
Trofie	+	-	+
Saliniteit	+	-	+
Zuurgraad	-	-	+

Tabel 7.2 Indelingskenmerken gehanteerd bij respectievelijk de CUWVO-indeling (1988), de ecoserie-indeling (dit rapport) en de ecotopenindeling (Verdonschot e.a. 1992)

*) alleen gebruikt bij indeling subtypen

7.3 Vergelijking met de STOWA-indeling

Door de STOWA wordt momenteel gewerkt aan de "Ontwikkeling van ecologische beoordelingsmethoden voor oppervlaktewateren", gericht op een verdere uitwerking van de ecologische waterkwaliteitsdoelstellingen per watertype. Doel van de studie is te komen tot in de praktijk toepasbare ecologische beoordelingsmethoden, waarbij de beoordeling ondermeer wordt gebaseerd op de samenstelling van de in het water voorkomende levensgemeenschap. Om, afhankelijk van ontstaansgeschiedenis en potenties van een water, te kunnen differentiëren in normstelling, wordt onderscheid gemaakt naar watertype. Een belangrijk verschil met het werk van de CUWVO is dat hierbij uitgebreid gebruik wordt gemaakt van empirische gegevens. Er wordt zoveel mogelijk gewerkt via een "bottom-up" benadering, waarbij als eerste stap uit het opname-materiaal wordt afgeleid welke omgevingsfactoren het meest bepalend zijn voor de aard van de levensgemeenschap. Zowel bij de indeling in watertypen als bij de beoordeling per watertype wordt gebruik gemaakt van de uit het opname-materiaal afgeleide relaties met omgevingsfactoren. Gezien de grote omvang van de gegevensbestanden wordt projectgewijs, per hoofdtype water, gewerkt.

De studie beperkt zich voorlopig tot de 5 hoofdtypen die landelijk gezien het meest voorkomen:

- sloten
- meren
- beken
- zand-, grind- en kleigaten
- kanalen

Voor de beken is de studie onlangs afgerond (STOWA 1992). Allereerst is op grond van een uitgebreide set van macrofaunagegevens bepaald op welke manier de variatie in soortensamenstelling samenhangt met abiotische factoren. De verschillen blijken in hoofdzaak verklaard te kunnen worden door het complex van factoren dat samenhangt met stroming en saprobie (Peeters & Gardeniers 1992). Ten behoeve van de beoordeling is een indeling ontworpen waarbij op grond van het verhang en de stroming allereerst onderscheid gemaakt wordt tussen de "heuvellandserie" (stroomsnelheid meer dan 40 cm/s) en de "laaglandserie" (stroomsnelheid minder dan 65 cm/s).

HEUVELLANDSERIE

	STROMING	VERHANG	BREEDTE
Bovenloop	40-70 cm/s	1.0-2.5 %	< 2 m
Middenloop	50-100 cm/s	0.3-1.0 %	2-8 m
Benedenloop	50-125 cm/s	-	> 8 m

LAAGLANDSERIE

	STROMING	VERHANG	BREEDTE
Bovenloop	20-40 cm/s	-	< 3 m
Middenloop	25-65 cm/s	-	3-10 m
Benedenloop	10-60 cm/s	-	> 10 m

Tabel 7.3 Indeling beken volgens de STOWA

Binnen beide series wordt op grond van de breedte weer een onderscheid gemaakt naar boven-, midden- en benedenloop (tabel 7.3). Deze indeling korreleert het beste met de in de gebruikte dataset gevonden verschillen in soortensamenstelling. De gevonden relatie tussen saprobie en soortensamenstelling is niet gebruikt bij de indeling in watertypen, maar is wel gebruikt bij het ontwikkelen van de ecologische "maatlaten" die gebruikt kunnen worden om onder meer de mate van verontreiniging aan te geven.

De uitwerking voor meren en plassen en voor sloten wordt binnenkort afgerond. Binnen deze CUWVO-typen is tot nu toe (mond. med. Peeters) onderscheid gemaakt op grond van zuurgraad, geomorfologie/bodemtype en saliniteit, hetgeen leidt tot de volgende indeling (tabel 7.4):

MEREN EN PLASSEN	SLOTEN
- zachte wateren	- "zure" sloten
- duinplassen	- "brakke" sloten
- laagveenplassen	- sloten op laagveen
- brakke wateren	- sloten op zand
- overige wateren	- sloten op klei

Tabel 7.4 Voorlopige indeling STOWA van meren, plassen en sloten

Ook bij de indeling van sloten wordt gebruik gemaakt van een waterkwaliteitsparameters, te weten zuurgraad en saliniteit. De resulterende eenheden komen daardoor soms meer overeen met ecotootypen (Verdonschot e.a. 1992) dan met ecoserietypen. Omdat het zoutgehalte vooral wordt bepaald door het wel of niet aanwezig zijn van brakke/zoute kwel is overigens via het kenmerk kwel wel een zekere koppeling met de ecoserietypen mogelijk.

Over het algemeen sluit de indeling in STOWA-(sub)typen goed aan bij de voorgestelde indeling in ecoserietypen (tabel 7.5). Dit geldt met name voor de stromende wateren waar gebruik wordt gemaakt van hetzelfde type kenmerken. Bij de omschrijving van de ecoserietypen en definitie van de kenmerkklassen is daarom al aansluiting gezocht bij de STOWA-indeling (zie hoofdstuk 3).

Bij de meren, plassen en sloten is de relatie met de voorgestelde ecoserie-indeling minder eenduidig omdat een aantal typen zijn gedefinieerd op grond van de waterkwaliteitsparameters (hardheid, saliniteit) die niet worden gebruikt binnen de ecoserie-indeling.

7.4 Discussie

Er bestaan grote overeenkomsten tussen de op voorspelling gerichte ecoserie-indeling en de op waterkwaliteitsbeheer gerichte CUWVO- en STOWA-indelingen. Er zijn echter ook verschillen tussen de indelingen die samenhangen met het feit dat:

- in de ecoserie-indeling een systematischer gebruik wordt gemaakt van kenmerken en kenmerkklassen, doordat overal dezelfde kenmerken en kenmerkklassen worden gebruikt;
- in de CUWVO- en STOWA-indeling deels afwijkende kenmerken worden gebruikt, soms op een "hoger" genetisch en ruimtelijk schaalniveau (ontstaansgeschiedenis), soms ook op een "lager", meer operationeel niveau (saliniteit en hardheid). In de CUWVO-indeling wordt ook de functie van het water als indelingskenmerk gebruikt.

Dat in de CUWVO-indeling de indelingskenmerken minder systematisch worden gebruikt dan in de ecoserie-indeling heeft ongetwijfeld te maken met de historische achtergronden. De CUWVO-indeling is het resultaat van overleg tussen zeer veel instanties en personen. Bij de indeling van de STOWA lijkt vooral de projectsgewijze aanpak te leiden tot

verschillen, die deels samenhangen met het feit dat verschillende datasets worden gebruikt (per dataset zullen andere factoren naar voren komen als bepalend voor de verschillen in soortensamenstelling), en deels doordat soms meer operationele eigenschappen (b.v. waterkwaliteit), en soms meer konditionerende eigenschappen (stroming, dimensie) als kenmerk worden gebruikt.

	STOWA-type	Ecoserietype
STROMENDE WAT- TEREN	Bovenloop heuvellandserie	Bh Bovenloop stromend water met matig sterk verhang
	Middenloop heuvellandserie	Mh Middenloop stromend water met matig sterk verhang
	Benedenloop heuvellandserie	Kh Benedenloop stromend water met matig sterk verhang
	Bovenloop laaglandserie	Bl Bovenloop stromend water met gering verhang
	Middenloop laaglandserie	Ml Middenloop stromend water met gering verhang
	Benedenloop laaglandserie	Kl Benedenloop stromend water met gering verhang
MEREN EN PLASSEN	Zachte wateren	- (meerdere ecoserietypen)
	Duinplassen	Vmo(c) Middelgroot ondiep geïsoleerd water op kalkrijk zand Vmo(z) Middelgroot, ondiep geïsoleerd water op kalkarm/kalkloos zand
	Laagveenplassen	Pgo(m) Groot ondiep boezemwater op mesotroof/eutroof veen
	Brakke wateren	- (meerdere ecoserietypen)
	Overige meren en plassen	- (meerdere ecoserietypen)
SLOTEN	"Zure" sloten	- (meerdere ecoserietypen)
	"Brakke" sloten	S(-)br Ontwatering onder invloed van brakke kwel S(-)zo Ontwatering onder invloed van zoute kwel
	Zandsloten	S(z) Ontwatering op kalkloos/kalkarm zand S(c) Ontwatering op kalkrijk zand
	Veensloten	S(m) Ontwatering op mesotroof/eutroof veen
	Kleisloten	S(k) Ontwatering op klei, leem of zavel

Tabel 7.5 Vergelijking STOWA-typen met ecoserietypen

Het gebruik van de functie als indelingskenmerk in de CUWVO-indeling heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat de CUWVO-indeling bedoeld is als kader voor waterkwaliteitsbeoordeling. Bij het formuleren van doelstellingen zal rekening moeten worden gehouden met de beperkingen die een bepaald gebruik stelt. Aangezien de ecoserie-indeling primair is gericht op de voorspelling van ingrepen in de waterhuishouding ligt hier een indeling naar functie minder voor de hand.

Bij de indeling naar saliniteit wordt in de CUWVO-indeling niet zozeer gekeken naar het actuele zoutgehalte, als wel naar het zoutgehalte dat men gezien de ligging en ontstaansgeschiedenis zou verwachten. Kreken vallen dus onder de "brakke en zoute wateren", ook als ze zijn verzoet. Bij het formuleren van doelstellingen ten aanzien van het chloridegehalte lijkt een dergelijk onderscheid naar van nature brakke en van nature zoete wateren zinvol. Probleem is echter hoe te definiëren wat "van nature" zoete en wat "van nature" brakke wateren zijn.

Tot nu toe is het kenmerk saliniteit niet gehanteerd als indelingskenmerk bij de ecoserie-indeling, vanuit de overweging dat relatief snel veranderbare waterkwaliteitsparameters bij voorkeur niet dienen te worden gebruikt bij een indeling op ecoserie-niveau. Wel kan onderscheid worden gemaakt naar factoren die konditionerend zijn voor de saliniteit. Eén van die factoren die al wordt gebruikt bij de ecoserie-indeling is kwel met brak of zout water. Eventueel zou ook de inlaat van zout water als aanvullend kenmerk kunnen worden gebruikt.

Het gebruik van de kenmerken zuurgraad en saliniteit bij de (voorlopige) indeling van de STOWA voor meren en plassen en voor sloten roept de vraag op of het wel gewenst is om in een beoordelingssysteem, waarmee veranderingen in waterkwaliteit moeten kunnen worden beoordeeld, bij de indeling in watertypen uit te gaan van waterkwaliteitsparameters. Hiermee lijkt te worden gezondigd tegen een regel die indertijd is gevolgd bij de opstelling van de CUWVO-indeling; parameters die worden gebruikt om de doelstellingen te formuleren mogen niet worden gebruikt als indelingskenmerken (CUWVO 1988).

Waarom dit ongewenst is kan met een voorbeeld worden toegelicht. Stel dat men uitgaat van een indeling van sloten naar bodemtype, dan kan als streefbeeld voor een sloot op kalkarm zand worden uitgegaan van ondiep, voedselarm tot matig voedselrijk, zacht water. Inlaat van hard water van elders kan voor dit type als negatief worden beoordeeld, omdat dit water in het betreffende type systeemvreemd is. Wanneer de indeling in watertypen gebaseerd is op actuele hardheid van het water dan zal inlaat van water echter leiden tot een verandering van watertype. De verandering in waterkwaliteit kan nu niet meer als negatief beoordeeld worden, omdat hard water een kenmerk vormt van het nieuwe watertype. Wil men de hardheid van het water kunnen gebruiken als beoordelingscriterium binnen een bepaald watertype dan mag de hardheid niet als indelingskenmerk worden gebruikt.

Bij de stromende wateren doet zich deze vermenging van indelings- en beoordelingscriteria niet voor, omdat hier de stabielere, meer konditionerende factoren (stroming, grootte) zijn gebruikt voor de indeling in watertypen, en de relatie met de meer operationele

faktoren (saprobie) alleen wordt gebruikt voor de beoordeling binnen de aldus gedefinieerde watertypen.

7.5 Konklusie

Zowel in uitgangspunten als in uitwerking lijken er veel punten van overeenkomst te bestaan tussen de ecoserie-indeling en indelingen zoals die zijn opgesteld ten behoeve van normstelling en beoordeling vanuit het waterkwaliteitsbeheer. Dit betekent dat het zinnig is om beide soorten indelingen zoveel mogelijk op elkaar af te stemmen door vergelijkbare grenzen aan te houden. Bij de indeling van stromende wateren is dit reeds gebeurd door de definiëring van de kenmerkklassen zoveel mogelijk af te stemmen op die van de STOWA-indeling. Voor de overige wateren is dit nog niet mogelijk omdat hier de STOWA-indeling nog moet worden uitgewerkt. Een mogelijk afstemmingsprobleem kan ontstaan wanneer in de STOWA-indeling gebruik wordt gemaakt van waterkwaliteitsparameters, zoals nu in de voorlopige indeling voor meren, plassen en sloten. Dit leidt tot een indeling die intermediair is tussen ecotopen- en ecoserie-indeling. Vanuit het oogpunt van waterkwaliteitsbeoordeling lijkt het overigens minder gewenst om kwaliteitsparameters zowel te gebruiken als indelingskenmerk voor de typen én als beoordelingscriterium binnen de typen.

Hoofdstuk 8 Diskussie

8.1 Problemen bij aquatische ecosystemen: ruimtelijke genestheid en karteerbaarheid

Het hiërarchische concept dat ten grondslag ligt aan het hiërarchische model van een ecosysteem (hiërarchie tussen componenten; proceshiërarchie) en aan het raamwerk voor klassificatie (hiërarchie tussen ruimtelijk geneste systemen; structuurhiërarchie) is gebaseerd op een generalisatie van gekonstateerde samenhangen in overwegend terrestrische systemen. Nu zijn in terrestrische situaties verschillen zeer in het oog springend. Ook de ruimtelijke schaalverschillen zijn tamelijk duidelijk en er is vaak sprake van geografisch vlakvormige eenheden.

Voor aquatische systemen geldt dat alleen de overgang naar land soms zeer scherp is. De overgang van het ene watertype naar het andere is vrijwel steeds zeer geleidelijk. Dit is het logische, maar voor geografen onhandige, gevolg van de vloeibaarheid van water, leidend tot snelle menging, en konstantie en geleidelijkheid in de ruimte. Alleen wateren die door fysieke obstructies van elkaar gescheiden zijn vertonen duidelijke ruimtelijke diskontinuiteiten. Dit is een eerste probleem, typisch voor oppervlaktewateren, waarop hieronder zal worden ingegaan.

Veel oppervlaktewateren in Nederland zijn lineair van vorm. Weliswaar zijn ze soms heel lang, waardoor hun totale oppervlakte en totaal volume ze buitengewoon relevant maken voor het beleid. Maar ze zijn vaak te smal om vormgetrouw te karteren op de kaartschalen die voor ecotopen en ecoseries indicatief zijn aangegeven in tabel 2.1. Dit is een tweede probleem, typisch voor oppervlaktewateren.

Deze beide typische kenmerken van watersystemen, menging en geringe breedte, maken dat de hiërarchische relatie tussen ecoseries en ecotopen op het punt van ruimtelijke genestheid wat in het nauw komt; dit geldt niet voor de proceshiërarchie, want er kan nog steeds goed onderscheid worden gemaakt tussen konditionerende en operationele biotoopfactoren, waarbij de laatste afhankelijk zijn van de interactie van de eerste. Kalkgehalte, moedermateriaal, textuur en kwel bepalen de zuurgraad; verhang en dimensie bepalen de stroomsnelheid; diepte en grootte bepalen doorzicht, aeratie, bereikbaarheid substraat en dynamiek (golfslag).

Vaak echter zal snelle stroming van een beek ruimtelijk precies gelijk vallen met het gedeelte dat sterk verhangt; een brak water zal precies gelijk vallen met een water waarin zoute kwel optreedt; en dergelijke. Het aantal ecotopen dat binnen een ecoserie voorkomt zal daarom meestal beperkt zijn. Als voorbeeld kan worden genoemd een groot vlakvormig water als het IJsselmeer, waarin op grond van de diepte meerdere ecotopen behorend tot verschillende ecotooptypen voorkomen. Ook bij puntlozingen in stromende wateren zullen beneden- en bovenstrooms verschillende ecotooptypen in dezelfde ecoserie voorkomen. Binnen laaglandbeken komen lokaal snel stromende gedeeltes voor die ook qua makrofauna duidelijk afwijken van de rest van de beek (Higler en Tolkamp 1984).

Dit neemt niet weg dat in de meeste gevallen ecotopen en ecoseries ruimtelijk zullen samenvallen.

Ook de karteerbaarheid van lineaire wateren vormt een punt van aandacht. Een strikte hantering van de ooit geformuleerde richtlijn ten aanzien van grootte en kaartschaal (zie tabel 2.1) zou een minimale breedte van lijnvormige wateren vereisen van meer dan 10 m (overeenkomend met 0,4 mm op een 1: 25.000 kaart). Dit betekent dat veel lijnvormige wateren te smal zijn om groottegetrouw weer te geven. Dit kan echter worden opgelost door te werken met dichtheden en met lijnelementen (zie hoofdstuk 5).

8.2 Verschillen met een "referentie"-benadering

In hoeverre de ecoserie-indeling informatie toevoegt aan de ecotopenindeling is mede afhankelijk van de vraag of men bij de indeling van ecosystemen uitgaat van een beschrijving van alle de op dit moment voorkomende ecosystemen (descriptieve benadering) of dat men uitgaat van "ongestoorde" of "natuurlijke" ecosystemen (referentiebenadering). Door ons is duidelijk gekozen voor een descriptieve benadering. Daarbij worden ecotopen toegedeeld aan ecotooptypen op grond van de waarde van operationele omgevingsfactoren, ongeacht de vraag of het voorkomen van het ecotooptype binnen het betreffende ecoserietype natuurlijk geacht kan worden of niet. Dit betekent dat binnen een ecoserietype meestal meerdere ecotooptypen zullen voorkomen. In tabel 8.1 is voor een aantal ecoserietypen aangegeven welke ecotooptypen het meest frekwent binnen het betreffende ecoserietype voorkomen: In vennen wordt in de huidige situatie meestal voedselarm zeer zuur water aangetroffen, terwijl het water in sloten meestal zeer voedselrijk is.

Ecotooptype	klein, ondiep, stagnerend				
	voedselarm			matig voedselrijk	voedselrijk
	zeer zuur	zwak zuur	niet zuur		
Ecoserietype	M61	M62	M63	M67	M68
Vko(z) ven	■	□	.	□	□
Vko(c) duinpoel		.	■	□	
S(m) sloot op laagveen			.	□	■
S(k) sloot op klei				.	■

. incidenteel □ regelmatig ■ vaak voorkomende combinatie

Tabel 8.1 *Voorkomen van ecotooptypen binnen een aantal ecoserietypen, uitgaande van de actuele situatie in Nederland*

In een referentiebenadering wordt niet uitgegaan van de huidige, door de mens beïnvloede situatie, maar van de situatie zoals die zou zijn in ongestoorde omstandigheden. In een dergelijke referentie-situatie zullen vennen overwegend zwak zuur water bevatten en is alleen in sloten op klei zeer voedselrijk water te verwachten. Bij deze benadering vervaagt het verschil tussen ecoserietype en ecotooptype. Immers een ven is in deze referentiebenadering hetzelfde als een klein, ondiep, stagnant, voedselarm, zwak zuur water en een kleisluit staat gelijk aan een klein, ondiep, stagnant, zeer voedselrijk water (fig. 8.2). Komt in een ven voedselarm zuur of voedselrijk water voor, dan wordt dit aangegeven als een beïnvloede situatie (resp. uit een beïnvloedingsreeks verzuring of vermesting).

Ecotooptype	klein, ondiep, stagnant				
	voedselarm			matig voedsel- rijk	voedsel- rijk
Ecoserietype	zeer zuur	zwak zuur	niet zuur		
Vko(z) ven		M62			
Vko(c) duinpoel	beïnvloedingsreeksen verzuring		M63	beïnvloedingsreeksen eutrofiëring	
S(m) sloot op laagveen				M67	
S(k) sloot op klei					M68

 "referentietype" in natuurlijke situatie

Tabel 8.2 *Relatie tussen ecoserietype en ecotooptype in een referentiebenadering. Omdat wordt uitgegaan van het ecotooptype dat onder natuurlijke omstandigheden te verwachten is binnen het betreffende ecoserietype zal het onderscheid tussen ecoserietypen en ecotooptypen vervagen*

Een referentiebenadering, die in hydrobiologische kringen niet ongebruikelijk is, heeft als belangrijkste nadeel dat een vermenging optreedt van beschrijving en beoordeling. Deze vermenging van beschrijving en beoordeling kan bovendien verwarrend zijn. Zo lijkt de opgave van een gewenste pH-range voor "zure wateren" door Torenbeek (1988) op het eerste gezicht overbodig, omdat zure wateren nu eenmaal gekenmerkt worden door een lage zuurgraad. Door deze auteur worden echter onder "zure wateren" alle wateren op kalkarme zandgrond (buiten de duinen) gerekend. Impliciet heeft daarbij al een beoordeling plaatsgevonden: Wateren op kalkarme zandgrond horen zuur tot zwak zuur te zijn.

Een voordeel van de door ons gehanteerde descriptieve benadering is dat beschrijving en beoordeling beter van elkaar kunnen worden gescheiden. De mededeling dat een ven (ecoserietype Vko(z): klein ondiep geïsoleerd water op kalkloos/kalkarm zand) voedselrijk water (ecotooptype M68) bevat is zuiver beschrijvend. Dat het hier gaat om ongewenste,

beïnvloede situaties ten opzichte van de referentie (referentie = voedselarm zwak zuur water, ecotooptype M62) vormt een daarop volgende beoordelingsstap, die idealiter van de beschrijving gescheiden moet blijven omdat het hier gaat om een subjectief oordeel.

8.3 Bruikbaarheid van de ecoserie-indeling

De bruikbaarheid van de ecoserie-indeling wordt onder meer bepaald door de mate waarin de indeling voor de voorspelling relevante aanvullende informatie geeft ten opzichte van de ecotopenindeling. Zoals uit hoofdstuk 6 blijkt is de aanvullende informatie die uit het ecoserietype kan worden afgeleid beperkt doordat de kenmerken die worden gebruikt bij de ecoserie-indeling en de ecotoopindeling elkaar gedeeltelijk overlappen. Het betreft vooral gegevens over bodem en kwel, die zeer bepalend voor de waterkwaliteit. In mindere mate levert ook de mate van isolatie nuttige informatie ten behoeve van de voorspelling.

Minstens zo belangrijk lijkt de karteerbaarheid van ecoserietypen te zijn. Omdat de ecoserietypen zijn gedefinieerd op grond van relatief eenvoudig uit bestaande gegevensbestanden af te leiden kenmerken is het mogelijk om op grond van bestaande gegevens te komen tot een ruimtelijk overzicht van het voorkomen van aquatische ecoserietypen in Nederland. Dit kan de basis vormen voor een ruimtelijk overzicht van het voorkomen van aquatische ecotooptypen, waarin per regio en per ecoserietype de percentuele verdeling van ecotooptypen wordt ingeschat.

De hier gepresenteerde indeling mag nog niet worden gezien als een definitieve indeling. Het is mogelijk dat op grond van de karteerbaarheid of ter wille van de afstemming met andere indelingen (b.v. de indeling van de STOWA) de grenzen tussen kenmerkklassen moeten worden bijgesteld. Ook kan bij toepassing in de effectvoorspelling blijken dat bepaalde kenmerken in te weinig kenmerkklassen zijn ingedeeld of omgekeerd, dat bepaalde indelingen voor de voorspellingen nauwelijks relevant blijken te zijn. De opzet van de indeling is echter zodanig systematisch van opzet dat dergelijke veranderingen in de indeling eenvoudig zijn door te voeren.

Literatuur

Reeds verschenen rapporten in het kader van PEIS-Ecosysteemrendement:

- Sinnige, C.A.M., W.L.M. Tamis & F. Klijn (1991): Aanzet tot een ecotopenclassificatie toegespitst op de bodemfauna. CML report 75, Leiden.
- Verdonshot, P.F.M., J. Runhaar, W.F. van der Hoek, C.F.M. de Bok & B.P.M. Specken (1992): Aanzet tot een ecologische indeling van oppervlaktewateren in Nederland. RIN-rapport 92/1 / CML report 78, Leersum.
- Sinnige, C.A.M., W.L.M. Tamis & F. Klijn (1992): Indeling van bodemfauna in ecologische soortengroepen. CML report 80, Leiden.
- Traas, Th.P. & T. Aldenberg (1992): CATS-1: a model for predicting contaminant accumulation in a meadow ecosystem. The case of cadmium. RIVM report nr. 719103001, Bilthoven.

Een samenvattend eindrapport en verscheidene aanvullende achtergrondrapporten zijn in voorbereiding.

Literatuur waaraan wordt gerefereerd in dit rapport:

- Bakker, T.W.M., Klijn J.A. & F.J. van Zadelhoff (1981). Nederlandse kustduinen. Landschapsecologie. Pudoc, Wageningen.
- Claessen, F.A.M., Witte J.P.M., Klijn F., Groen C.L.G & R. v.d. Meijden (1991). Terrestrische natuur en de waterhuishouding van Nederland. H₂O: 330-337.
- CUWVO (1988). Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren.
- Higler, L.W.G. (1988). A worldwide surface water classification system. Unesco, Parijs.
- Higler, L.W.G. & A.W.M. Mol (1984). Ecological types of running water based on stream hydraulics in the Netherlands. Hydrobiological Bulletin 18: 51-57.
- Higler, H. en J. Tolkamp (1984) Karakterisering van stromende wateren met behulp van bio-indicatoren: Het geslacht *Hydropsyche*. In: E.P.H. Best & J. Haeck (eds). Ecologische indicatoren voor de kwaliteitsbeoordeling van lucht, water, bodem en ecosystemen. Pudoc, Wageningen.
- Huet, M. (1954) Biologie, profils en large et en travers des eaux courantes. Bull. fr. Piscic. 175: 41-53.
- Janse, J.H. (1992). Ontwikkeling aquatisch CATS-model t.b.v. PEIS-ecorendement.

Diskussiestuk, april 1992. RIVM, Bilthoven.

- Kloosterman, F. H. (1992). De Landelijke Hydrologische Systemanalyse. Deelrapport 2, Midden-Nederland. Rapport OS-92-96B. IGG-TNO, Delft.
- Klijn, F. (1988). Milieubeheergebieden. CML-mededeling nr. 37. Centrum voor Milieukunde, Leiden
- Klijn, F. (1988). Ecoseries, aanzet tot een standplaatstypologie. CML-mededelingen 45. Centrum voor Milieukunde, Leiden.
- Klijn, F. (1989). Landschapsecologische Kartering Nederland: Grondwaterrelaties. CML-meded. 51, Centrum voor Milieukunde, Leiden.
- Klijn, F. & H.A. Udo de Haes (1990) Hiërarchische ecosysteemclassificatie. Voorstel voor een eenduidig begrippenkader. Landschap 1990 7/4: 215-233.
- Klijn, F., A. Ten Harmsel & C.L.G. Groen (1992). Ecoseries 2.0. Naar een ecoserieclassificatie t.b.v. het ecohydrologische voorspellingsmodel DEMNAT-2. Onderzoek effecten grondwaterwinning deel 5. CML-rapport nr. 85. RIVM, Bilthoven.
- Mol, A. (1988). Flora and fauna of European running waters. In: Higler L.W.G. (1988). A worldwide surface water classification system. Unesco, Parijs.
- Müller, S. (1970) Öko-Serien der baden-württembergischen forstlichen Standortkartierung am Beispiel der Kalkverwitterungslehme. Mitt. der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 10: 43-46.
- Peeters, E.T.H.M. en J.J.P. Gardeniers (1992). Werkrapport ecologisch beoordelingssysteem stromende wateren op basis van macrofauna. Vakgroep Natuurbeheer, L.U. Wageningen.
- Piket, J.J.C. et al. (1987). Atlas van Nederland. Deel 16: Landschap. Stichting Wetenschappelijke Atlas van Nederland. Staatsuitgeverij, Den Haag.
- Schultz, A.M. (1967) The ecosystem as conceptual tool in the management of natural resources. In SV Coriacy.
- Sinnige, C.A.M., W.L.M. Tamis & F. Klijn (1991): Aanzet tot een ecotopenclassificatie toegespitst op de bodemfauna. CML report 75, Leiden.
- Stevens, R.A.M., J. Runhaar, H.A. Udo de Haes & C.L.G. Groen (1987). Het CML-ecotopensysteem, een landelijke ecosysteemtypologie toegespitst op de vegetatie. Landschap 4: 135-150.
- STOWA (1992) Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Beoordelingssysteem voor stromende wateren op basis van macrofauna. Rapport 92-07. STOWA, Utrecht.

- STOWA (1992) Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Wetenschappelijke verantwoording voor het beoordelingssysteem voor stromende wateren. Rapport 92-08. STOWA, Utrecht.
- Torenbeek, R. (1988). Hydrobiologie en waterhuishouding: Een beleidsvoorbereidende studie. RIN-rapport 88/55. RIN, Leersum.
- Van Acht, W. en W. Jansen (1978). Ecologische kwaliteit van waterwinplassen in Overijssel: Vooronderzoek. LUW, vakgroep Natuurbeheer, verslag nr. 430.
- Van der Maarel, E. & P.L. Dauvellier (1978). Naar een Globaal Ecologisch Model voor de ruimtelijke ontwikkeling van Nederland. Staatsuitgeverij, Den Haag.
- Verdonschot, P.F.M., J. Runhaar, W. F. van der Hoek, C.F.M. De Bok en B.P.M. Specken (1992). Een aanzet tot een ecologische indeling van oppervlaktewateren in Nederland. CML-report 78 /RIN rapport 92-1
- Wagner, A. (1968). Oekoserie, Oekoseriengruppe und Standortstypengruppe. Neue Begriffe in der forstlichen Standortsaufnahme.
- Witte, J.P.M., C.L.G. Groen & J.G. Nienhuis (1993) Het ecohydrologische voorspelingssysteem DEMNAT-2; conceptuele modelbeschrijving. CML-report nr. 89/RIVM rapport nr. 714305007. RIVM, Bilthoven. Onderzoek effecten grondwaterwinning deel 1.
- Witte, J.P.M. & R. v.d. Meijden (1993). Verspreiding en natuurwaarde van ecotoopgroepen in Nederland. Onderzoek effecten grondwaterwinning deel 6. RIVM, Bilthoven.
- Witteveen & Bos, raadgevende ingenieurs (1987). Ontwikkeling ecologische beoordelingsmethoden voor oppervlaktewateren. Nadere inventarisatie sloten, Concept. Witteveen & Bos, Deventer.

BIJLAGE I Verklarende woordenlijst

biotoop: plaats waar een levensgemeenschap (biocoenose) voorkomt.

operationele omgevingsfaktor: een eigenschap van een biotoop die direkt bepalend is voor de fysiologische omstandigheden (beschikbaarheid licht, zuurstof, macro-nutriënten etc.) waaronder de in het systeem voorkomende organismen leven, en daarmee indirect bepalend is voor de biotische omstandigheden (aanwezigheid predatoren, konkurrenten, konsumenten); daarmee bepalen de operationele omgevingsfactoren voor een groot deel de aard van de aanwezige levensgemeenschap.

konditionerende omgevingsfaktor: een faktor die bepalend is voor de aard van de operationele omgevingsfactoren; bijvoorbeeld het kalkgehalte dat konditionerend is voor de zuurgraad.

ecotoop: een ruimtelijke eenheid die homogeen is ten aanzien van abiotische en biotische factoren die direkt van invloed zijn op de aard van de levensgemeenschap (operationele omgevingsfactoren) en daarmee tot op zekere hoogte homogeen is ten aanzien van de soortensamenstelling van de levensgemeenschap.

ecoserie: een ruimtelijke eenheid die homogeen is ten aanzien is van konditionerende omgevingsfactoren en daarmee tot op zeker hoogte homogeen is ten aanzien van de ecotooptypen die binnen de ruimtelijke eenheid voorkomen.

BIJLAGE II Samenhang tussen ecotootypen en ecoserietypen

In de vorm van een aantal tabellen wordt in deze bijlage aangegeven welke relatie bestaat tussen de ecotootypen en de ecoserietypen. Daarin wordt per ecoserietype met behulp van grijs gerasterde cellen aangegeven welke ecotootypen in Nederland kunnen worden aangetroffen binnen het ecoserietype. Een verder kwantificering naar het relatieve aandeel van de ecotootypen, zoals bij de terrestrische ecoserie-indeling (Klijn e.a. 1992 in prep.) is hier achterwege gelaten. Uitgegaan is van de huidige situatie in Nederland, hetgeen betekent dat de voedselrijke ecotootypen in veel verschillende ecoserietypen voorkomen. Verder zijn alleen de meest voorkomende combinaties van ecoserietype x ecotootype aangegeven, omdat een uitputtend overzicht van alle mogelijk combinaties de bestaande relaties tussen ecotootypen en ecoserietypen minder duidelijk zou maken.

Bij het ecotootype staat naast een omschrijving van de kenmerken op grond waarvan het type wordt onderscheiden onderaan ook de code van het ecotootype volgens Verdonschot e.a. (1992). Wanneer de code ontbreekt betekent dit dat het betreffende type in deze studie niet is onderscheiden. Voor de indeling naar voedselrijkdom en zuurgraad zijn de volgende afkortingen gebruikt:

vazz	voedselarm zeer zuur
vaz	voedselarm zuur
va	voedselarm niet zuur
mvr	matig voedselrijk
vr	voedselrijk

Voor de definitie van de kenmerkklassen en de omschrijving van de ecotootypen wordt verwezen naar Verdonschot e.a. (1992).

ECOTOOPTYPE ECOSERIETYPE	Q snelstromend						F Stromend												M stagnerend	
	6 klein ondiep			7 middelgroot ondiep			3 klein droogvallend				6 klein ondiep				7 middelgroot ondiep			8 groot diep		6 klein ondiep
	2 va z	3 va	7 mvr	7 mvr	8 vr	8 vr	2 vaz	3 va	7 mvr	8 vr	2 vaz	3 va	7 mvr	8 vr	7 mvr	8 vr	8 vr	8 vr	7 mvr	8 vr
	Q62	Q63	-	Q77	-	Q88	-	-	F37	F38	F62	-	F67	F68	F77	F78	F88		M67	M68
Bh Bovenloop heuvellandbeek																				
Bl Bovenloop laaglandbeek																				
Mh Middenloop heuvellandbeek																				
MI Middenloop laaglandbeek																				
KI Benedenloop laaglandbeek, kleine rivier																				
Gh Grote rivier met matig verhang																				
GI Grote rivier met gering verhang																				

ECOTOOPTYPE ECOSERIETYPE	Q Snelstromend	F Stromend					
	permanent	droogvallend			permanent		
	3 va	2 vaz	3 va	7 mvr	2 vaz	3 va	7 mvr
	Q23	F12	-	F17	F22	-	F27
BR Bron(gebied)							

Tabel II.1 Relatie tussen ecoserietypen en ecotootypen binnen wateren met verhang

ECOTOOPTYPE ECOSERIETYPE	ZOET												Lbr	M	St	Z
	klein												klein	b r a k	b r a k	Z o u t
	ondiep									4 diep			6 on- diep			
	3 droogvallend					6 permanent										
	va zz	va z	va	m vr	vr	va zz	va z	va	m vr	vr	m vr	vr				
	M 31	M 32	M 33	M 37	M 38	M 61	M 62	M 63	M 67	M 68	M 47	M 48	IM 68	bM 08	mM 08	aM 08
Vko(v)	Klein geïsoleerd water op oligotroof veen															
Vko(m)	Klein geïsoleerd water op mesotroof/eutroof veen															
Vko(m)li	Klein geïsoleerd water op mesotroof/eutroof veen onder invloed van lithocli- ne kwel															
Vko(z)at	Klein ondiep geïsoleerd water op kalkarm/kalkloos zand met regenwatervoe- ding															
Vko(z)al	Klein ondiep geïsoleerd water op kalkarm/kalkloos zand tijdelijk of permanent onder invloed van grondwater															
Vko(c)	Klein ondiep geïsoleerd water op kalkrijk zand															
Vko(k)	Klein ondiep geïsoleerd water op klei, leem of zavel															
Vkd(k)	Klein diep geïsoleerd water op klei, leem of zavel															

Tabel II.2 Relatie tussen ecoserietypen en ecotootypen binnen kleine geïsoleerde wateren

<div>ECOTOOPTYPE</div> <div>ECOSERIETYPE</div>	ZOET												Licht brak		m B r a k	st B r a k	Z o u t
	middelgroot						groot						middel- groot	groot			
	7 ondiep					diep		8 ondiep			5 diep		7 on- diep	8 on- diep			
	1 vazz	2 vaz	3 va	7 mvr	8 vr	7 mvr	8 vr	3 va	7 mvr	8 vr	7 mvr	8 vr	8 vr	8 vr			
	-	-	M 73	M 77	M 78	-	-	-	M 87	M 88	M 57	M 58	IM78	IM88	bM 08	mM 08	zM 08
Vmo(v) Middelgroot geïsoleerd water op oligotroof veen																	
Vmo(m) Middelgroot geïsoleerd water op mestroof/eutroof veen																	
Vmo(m)li Middelgroot geïsoleerd water op mesotroof/eutroof veen onder invloed van lithocliene kwel																	
Vmo(z) Middelgroot geïsoleerd water op kalkarm/kalkloos zand																	
Vmo(c) Middelgroot geïsoleerd water op kalkrijk zand																	
Vmo(k) Middelgroot geïsoleerd water op klei, leem of zavel																	
Vmm(z) Middelgroot matig diep geïsoleerd water op kalkloos/kalkarm zand																	
Vmm(k) Middelgroot matig diep geïsoleerd water op klei, leem of zavel																	
Vmd(-) Middelgroot diep geïsoleerd water																	
Vgd(-) Groot diep geïsoleerd water																	

Tabel II.3 Relatie tussen ecoserietypen en ecotooptypen binnen middelgrote tot grote geïsoleerde wateren

ECOTOOPTYPE ECOSERIETYPE	ZOET										Lbr	M	St	
	klein										klein	b r a k	b r a k	Z o u t
	ondiep										6 on- diep			
	3 droogvallend					6 permanent								
	va zz	vaz	va	m vr	vr	va zz	va z	va	m vr	vr				
	M 31	M 32	M 33	M 37	M 38	M 61	M 62	M 63	M 67	M 68	IM 68	bM 08	mM 08	zM 08
S(v)	Ontwatering op oligotroof veen													
S(m)	Ontwatering op mesotroof/eutroof veen													
S(m)li	Ontwatering op mesotroof/eutroof veen onder invloed van lithocliene kwel													
S(z)	Ontwatering op kalkarm/kalkloos zand													
S(z)	Ontwatering op kalkarm/kalkloos zand onder invloed van lithocliene kwel													
S(c)	Ontwatering op kalkrijk zand													
S(c)	Ontwatering op kalkrijk zand onder invloed van lithocliene kwel													
S(k)	Ontwatering op klei, zavel of leem													
S(k)li	Ontwatering op klei, zavel of leem onder invloed van lithocliene kwel													
S(k)br	Ontwatering op klei, zavel of leem onder invloed van brakke of zoute kwel													

Tabel II.4 Relatie tussen ecoserietypen en ecotootypen binnen kleine niet-geïsoleerde wateren zonder verhang

ECOTOOPTYPE ECOSERIETYPE		Zoet					Licht brak middel- groot ondiep	m B r a k	st B r a k	Z o u t
		middelgroot								
		7 ondiep								
		1 vazz	2 vaz	3 va	7 mvr	8 vr	8 vr			
		-	-	M73	M77	M78	IM78	bM08	mM08	zM08
W(v)	Afwatering op oligotroof veen									
W(m)	Afwatering op mesotroof/eutroof veen									
W(m)li	Afwatering op mesotroof/eutroof veen onder invloed van lithocliene kwel									
W(z)	Afwatering op kalkarm/kalkoos zand									
W(z)li	Afwatering op kalkarm/kalkloos zand onder invloed van lithocliene kwel									
W(c)	Afwatering op kalkrijk zand									
W(c)	Afwatering op kalkrijk zand onder de invloed van lithocliene kwel									
W(k)	Afwatering op klei, zavel of leem									
W(k)li	Afwatering op klei, zavel of leem onder invloed van lithocliene kwel									
W(k)br	Afwatering op klei, zavel of leem onder invloed van brakke of zoute kwel									

Tabel II.5 Relatie tussen ecoserietypen en ecotooptypen binnen middelgrote niet-boezemwateren zonder verhang

<div>ECOTOOPTYPE</div> <div>ECOSERIETYPE</div>											Licht brak		m B r a k	st B r a k	Z o u t
	middelgroot					groot					middel- groot	groot			
	7 ondiep					8 ondiep			5 diep						
	1 vazz	2 vaz	3 va	7 mvr	8 vr	3 va	7 mvr	8 vr	7 mvr	8 vr					
	-	-	M 73	M 77	M 78	-	M 87	M 88	M 57	M 58	IM78	IM88			
Pmo(m) Middelgroot boezemwater op mesotroof/eutroof veen															
Pmo(z) Middelgroot boezemwater op kalkloos tot kalkarm zand															
Pmo(k) Middelgroot boezemwater op klei, zavel of leem															
Pgo(m) Groot boezemwater op mesotroof/eutroof veen															
Pgo(m)li Groot boezemwater op mesotroof/eutroof veen onder invloed van lithocliene kwel															
Pgo(z) Groot boezemwater op kalkarm/kalkloos zand															
Pgo(k) Groot boezemwater op klei, zavel of leem															
Pgm Groot matig diep boezemwater															
Go Ondiep groot water															
Gm Matig diep groot water															
Gd Diep groot meer															

Tabel II.6 Relatie tussen ecoserietypen en ecotooptypen binnen boezemwateren en water van het hoofdsysteem